

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

СПЕЦВЫПУСК

Федеральное государственное  
бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский  
научно-исследовательский институт  
биологической защиты растений»

Инновационные биотехнологии  
в развитии АПК  
Материалы научно-образовательной  
конференции молодых ученых

# УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал

Volume 3



Taylor & Francis  
Taylor & Francis

9.2

2015

ISSN 2072-0297

# Молодой учёный

Научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 9.2 (89.2) / 2015

## Спецвыпуск

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

ИННОВАЦИОННЫЕ BIOTEХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ АПК

Материалы научно-образовательной конференции молодых ученых

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:** Ахметова Галия Дуфаровна, доктор филологических наук

### Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

*На обложке изображена Мэри Эннинг (1799–1847) — британский коллекционер окаменелостей и палеонтолог-любитель, известная целым рядом открытий, в основном, в области морской фауны юрского периода.*

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

### АДРЕС РЕДАКЦИИ:

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231. E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

**Учредитель и издатель:** ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.**

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

**Ответственные редакторы:**

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

**Международный редакционный совет:**

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)

Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)

Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)

Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)

Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)

Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)

Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)

Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)

Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)

Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Узаков Гулом Норбоевич, кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)

Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)

**Художник:** Шишков Евгений Анатольевич

**Верстка:** Бурьянов Павел Яковлевич

## Организатор



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

**AgroLeaders Group**

## При поддержке

ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
АГЕНТСТВО  
НАУЧНЫХ  
ОРГАНИЗАЦИЙ



ОТКРЫТЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Сколково  
ОТКРЫТЫЙ БУДУЩЕМУ



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ



## Программный комитет

Е.В. Журавлева, начальник отдела Управления координации и обеспечения деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук ФАНО России, член Рабочей группы

В.Д. Надыкта, директор ФГБНУ ВНИИБЗР, академик РАН

В.Я. Исмаилов, заместитель директора ФГБНУ ВНИИБЗР по научной работе и инновациям, к.б.н.

Г.В. Волкова, заместитель директора ФГБНУ ВНИИБЗР по развитию и координации НИР, д.б.н.

О.Ю. Кремнева, ученый секретарь - к.б.н.

А.М. Асатулова, заведующая лабораторией создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов, к.б.н.

## Организационный комитет

Надыкта В.Д.

Волкова Г.В.

Исмаилов В.Я.

Кремнева О.Ю.

Асатулова А.М.

Томашевич Н.С.

Хомяк А.И.

Нековаль С.Н.

Шумилов Ю.В.

Козицын А.Е.

Жевнова Н.А.

Трофимова И.А.

Павлова М.Д.

Беседина Е.Н.

Диденко А.О.

Синяк Е.В.

Ермоленко С.А.

Малько В.В.

Савва О.Н.

## При финансовой поддержке



## СОДЕРЖАНИЕ

### ЗАЩИТА И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

**Алексеенко Н. В.**

Влияние штаммов-антагонистов фитопатогенов на поражение растений нута возбудителями корневых гнилей.....1

**Асатурова А. М., Козицын А. Е.**

Исследование активности штамма *Bacillus subtilis* BZR 336g-продуцента биопрепарата для защиты растений от возбудителей фузариоза, иммобилизованного на минеральном удобрении ..... 3

**Барчукова А. Я., Бондарчук Е. Ю.**

Влияние препарата Контролфит Si на рост растений риса ..... 5

**Барчукова А. Я., Бутвина В. Л.**

Урожайность и качество зерна риса в зависимости от применения в технологии его возделывания препарата Биовел Рост.....7

**Беседина Е. Н., Цыгикало И. С., Киль В. И.**

Универсальные RAPD-праймеры для оценки ДНК-полиморфизма божьих коровок (*Coleoptera, Coccinellidae*) ..... 9

**Диденко А. О., Андросова В. М.**

Применение полифункциональных препаратов для снижения развития фомопсиса и повышения продуктивности подсолнечника ..... 11

**Донская М. В., Наумкина Т. С., Глазков А. В., Наумкин В. В.**

Использование разработок современной биотехнологии для повышения эффективности растительно-микробных систем нута .....13

**Дубина Е. В., Шиловский В. Н., Зеленский Г. Л., Харченко Е. С., Рубан В. Я., Есаулова Л. В., Максименко Е. П., Никитина И. Б.**

Создание новых резистентных форм *Oryza sativa* L. к *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr. с использованием методов молекулярного маркирования .....15

**Ертаева Б. Е., Амирова А. К., Бишимбаева Н. К.**  
Особенности морфологической гетерогенности каллусных тканей хлопчатника казахстанской селекции..... 21

**Жевнова Н. А., Томашевич Н. С., Асатурова А. М.**  
Защита озимой пшеницы от фузариозной корневой гнили на основе применения бактериальных биопрепаратов .....23

**Жеребин П. М., Крутяков Ю. А., Кудринский А. А., Климов А. И., Еланский С. Н., Побединская М. А., Игнатов А. Н.**  
«Зерокс»: новый бактерицид и фунгицид широкого спектра действия на основе коллоидного серебра.....25

**Закиева А. А., Искаков А. Р., Ешенгалиева А. Н., Дидоренко С. В.**  
Вопросы развития сои в Казахстане и использование селекционно-биотехнологических методов..... 27

**Закирьяева С. И., Джуманиязова Г. И., Султанова Ш. А., Нарбаева Х. С.**  
Микробиоценоз засоленных почв при использовании сухой формы биопрепарата RIZOKOM-2 на пшенице .....29

**Камалетдинова Р. Н., Турумтаева Г. Б., Цветков В. О., Шпирная И. А., Ибрагимов Р. И.**  
Исследование рН-оптимума активности амилаз *Leptinotarsa decemlineata* методом зимографии..... 31

**Коробейников А. С., Ашмарина Л. Ф.**  
Использование энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии в ранней диагностике болезней кормовых культур .....33

**Курбатова Е. И., Борщева Ю. А.**  
Перспективы использования ферментного препарата гидролаз, полученного на основе штамма *Aspergillus foetidus*, для глубокой деструкции полимеров растительного и микробного сырья .....35

<b>Курилова Д. А.</b> Условия культивирования перспективного штамма-продуцента микробиопрепарата 14–3 <i>Pseudomonas chlororaphis</i> .....	37	<b>Розинцев К. Е., Плотникова Т. В.</b> Защита семенных посадок табака от хлопковой совки.....	57
<b>Ли Т. Е., Спанкулова З. Б., Оразбаева У. М., Ташкенова А. Т.</b> Биотехнология скрининга засухоустойчивости пшеницы .....	38	<b>Рысбекова А. Б., Казкеев Д. Т., Усенбеков Б. Н., Жанбырбаев Е. А., Мошан Б. И., Сартбаева И. А.</b> Создание исходного материала в селекции эксклюзивных сортов риса в Казахстане .....	59
<b>Листопадова Е. С.</b> Изучение возможности хранения афидофага <i>Harmonia axyridis pallas</i> .....	40	<b>Савин П. С.</b> Пути создания производства лекарственных препаратов на основе клеточных биотехнологий.....	61
<b>Михайлова Е. В.</b> Эффективность использования фитоактиваторов в повышении неспецифического индуцированного иммунитета персика.....	41	<b>Сазонова О. И., Анохина Т. О., Сиунова Т. В., Сизова О. И., Кочетков В. В.</b> Новые ризосферные штаммы псевдомонад, перспективные для защиты растений от фитопатогенов.....	62
<b>Мнатсаканян А. А.</b> Влияние химического регулятора роста Вигор Форте, микробиоудобрения МЭРС марка Б и биостимулятора роста Эдагум СМ на продуктивность озимой пшеницы.....	43	<b>Сартбаева И. А., Жамбакин К. Ж., Усенбеков Б. Н., Казкеев Д. Т., Рысбекова А. Б.</b> Применение гаплоидной технологии для ускорения селекции глютинозного риса ....	64
<b>Нефёдова М. В.</b> Изучение пищевой специализации хищного клопа-щитника <i>Perillus bioculatus</i> Fabr.....	45	<b>Сафонова Т. Г., Чухиль А. А.</b> Влияние биопрепаратов на посевные качества семян томата .....	66
<b>Олейник А. Т., Рожкова Г. И.</b> Поражаемость яровой пшеницы бурой ржавчиной и роль защиты в условиях Северного Казахстана .....	47	<b>Свидунович Н. Л., Жуковский А. Г.</b> Распространенность болезней кукурузы в республике Беларусь .....	68
<b>Орехова А. Н., Дуденко Н. В., Малыхина А. Н., Тараканов И. Г.</b> Влияние препарата Мицефит на продуктивность озимой мягкой пшеницы .....	49	<b>Синяк Е. В., Волкова Г. В.</b> Распространение и вирулентность популяции возбудителя <i>Puccinia graminis pers. f. sp. Tritici erikss. et henn.</i> на юге России .....	70
<b>Отрошко Д. Н., Журавель Ю. С., Волченко Н. Н., Самков А. А., Худокормов А. А., Карасёва Э. В.</b> Влияние некоторых аминокислот на рост <i>Rhodococcus erythropolis</i> B2 .....	50	<b>Томашевич Н. С., Асатурова А. М.</b> Хранение биопрепаратов на основе штаммов бактерий-антагонистов <i>Bacillus subtilis</i> в препаративной форме жидкая культура .....	72
<b>Павлова М. Д., Асатурова А. М.</b> Изучение механизмов взаимодействия фитопатогенных грибов pp. <i>Fusarium</i> и <i>Pyrenophora</i> со штаммами-продуцентами биопрепаратов <i>Bacillus subtilis</i> .....	52	<b>Томашевич Н. С., Барчукова А. Я.</b> Физиологические аспекты действия гуминовых препаратов на продуктивность и качество риса .....	74
<b>Пачкин А. А., Исмаилов В. Я., Пушня М. В., Садковский В. Т., Саламатин В. Н.</b> Новый способ применения феромонов и энтомопатогенов насекомых для регулирования численности вредных видов .....	54	<b>Турумтаева Г. Б., Камалетдинова Р. Н., Цветков В. О., Шпирная И. А., Ибрагимов Р. И.</b> Исследование возрастной динамики активности амилаз <i>Leptinotarsa decemlineata</i> методом зимографии.....	76
<b>Пилипчук Т. А., Герасимович А. Д., Ананьева И. Н., Новик Г. И., Коломиец Э. И., Попов Ф. А.</b> Биопестицид «Мультифаг» на основе бактериофагов для биологической защиты растений от бактериозов.....	56	<b>Фальковская У. В., Сидоренко А. В., Новик Г. И., Тимофеева В. А.</b> Генетическая характеристика фитопатогенных микроорганизмов, выделенных из природных источников .....	78
		<b>Федулов Ю. П., Лищенковский М. Ю., Мальцева Д. А.</b> Влияние экзогенных аминокислот на растения озимой пшеницы сорта Адель .....	80

**Хомяк А. И., Асатурова А. М.**  
Разработка технологии получения нового экологически безопасного биофунгицида на основе бактерий *Bacillus subtilis* для защиты озимой пшеницы от экономически значимых болезней.....82

**Чоглокова А. А., Митина Г. В., Первушин А. Л.**  
Рост штаммов *Lecanicillium muscarium* на агаризованных средах с различными источниками углеводов.....84

**Якубовская А. И.**  
Перспектива биоконтроля фитопатогенных микромицетов штаммами ассоциативных с растениями риса бактерий .....86

## СЕМЕНОВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ

**Агафонов О. С., Зверев Л. В., Прудников С. М., Руснак Г. В.**  
Сравнительная характеристика способов определения лужистости семян подсолнечника .....88

**Акинина В. Н., Хомякова О. В., Поминов А. В.**  
Сравнительная эффективность индукционных питательных сред N-6 и C-17 в культуре пыльников озимого гексаплоидного тритикале (*× triticosecale wittmack*)..... 90

**Амангельдыкызы З., Дутбаев Е. Б., Сулейманова Г., Аульбекова Ж., Карбозова Р. Д., Султанова Н. Ж., Моргунов А. И.**  
Селекционное изучение озимой пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине расы уг99 в Казахстане .....92

**Астапчук И. Л., Югай А. К., Скибина Ю. С.**  
Полиморфизм и морфометрическая оценка плодов и семян лагенарии (*Lagenaria siceraria* (*Mol*) *Standi*) .....94

**Балапанов И. М.**  
Использование молекулярных маркеров в селекции ореха грецкого .....96

**Батаева Д. С., Дюскалиева Г. У., Усенбеков Б. Н.**  
Влияние хлоридного типа засоления на фотосинтетические показатели генотипов риса .....98

**Борисенко О. М., Чебанова Ю. В.**  
Генетические основы селекции гибридов подсолнечника с маслом специального назначения ..... 100

**Данилова А. В.**  
Источники устойчивости ячменя к возбудителю карликовой ржавчины ..... 102

**Кремнева О. Ю., Трофимова И. А., Волкова Г. В.**  
Идентификация сортов озимой пшеницы устойчивых к Ptr ToxA возбудителя желтой пятнистости листьев с использованием ДНК-маркеров ..... 104

**Лещенко М. А., Самофалов А. П.**  
Сравнительная характеристика групп сортов и линий озимой твердой пшеницы с разным уровнем показателя SDS-седиментации..... 106

**Луговская О. С.**  
Кондуктометрическая оценка устойчивости сортов яровой пшеницы к обыкновенной гнили ..... 108

**Медведева Н. В., Костевич С. В.**  
Временная изоляция в семеноводстве гибридного подсолнечника ..... 110

**Нековаль С. Н., Беляева А. В., Касьянова М. А.**  
Основные классификации томата ..... 112

**Нековаль С. Н., Касьянова М. А., Беляева А. В.**  
Генетическая коллекция томата ..... 114

**Остапенко Н. В., Джамирзе Р. Р., Чинченко Н. Н., Филимонова М. Е.**  
Проблемы первичного семеноводства сорта риса Ласточка..... 115

**Подгорный С. В.**  
Исходный материал для селекции озимой пшеницы на высокую зерновую продуктивность ..... 117

**Саенко Г. М.**  
Метод отбора исходного материала для селекции сои с повышенной устойчивостью к пепельной гнили и фузариозному увяданию..... 118

**Свистунова Н. Ю.**  
Сохранение сортового и видового биоразнообразия семян лекарственных и ароматических культур..... 120

**Старшинова О. А., Новоселов М. Ю.**  
Создание исходного селекционного материала клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) методом полиплоидизации ..... 122

**Степанов И. В.**  
Применение SSR и REMAP маркеров в генотипировании сортов сливы домашней .. 124

**Супрун И. И., Токмаков С. В., Степанов И. В., Балапанов И. М., Ильницкая Е. Т.**  
Использование микросателлитных ДНК-маркеров для создания генетической базы данных генофонда плодовых культур юга России ..... 126

**Толмачева Е. В., Дробышева Л. В., Зятчина Г. П.**  
Внутрипопуляционная изменчивость лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) под влиянием инокуляции ..... 129

**Шумилов Ю. В., Волкова Г. В., Короткова Т. С.**  
Эффективность генов устойчивости *Yr* к *Puccinia striiformis* west. на разных стадиях развития растений в условиях юга России ..... 131

## ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

**Бабина А. Е., Закирьяева С. И., Джуманиязова Г. И., Нарбаева Х. С.**  
Влияние биопрепарата RIZOKOM-1 на микробиологические процессы и агрохимические свойства среднезасоленной почвы под хлопчатником ..... 133

**Гуторова О. А., Штуц Р. В., Епифанович Н. В.**  
Содержание органического вещества в почве полей рисового севооборота ..... 135

**Мартиросян Л. Ю., Коledenкова К. А., Мартиросян Ю. Ц.**  
Применение очищенных сточных вод при выращивании растений в аэропонных установках ..... 137

**Пузановский К. В., Шуткин И. Ю., Рядчиков И. В.**  
Роботизированная платформа для точного земледелия ..... 138

**Савельева М. С., Личман Г. И.**  
Автоматизация технологий ресурсосберегающего земледелия ..... 140

**Смирнова Ю. Д., Рабинович Г. Ю.**  
Влияние нового биопрепарата ЖФБ на продуктивность яровой пшеницы и состояние почвы под ней ..... 142

**Цатурян М. А., Шарафан М. В.**  
Обеззараживание питательных растворов и уничтожения патогенной грибковой микрофлоры в гидропонных системах выращивания овощных культур ..... 144

**Шумилов Ю. В., Данилов Р. Ю., Костенко И. А., Данилова А. В., Семочкин К. В., Пачкин А. А.**  
Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в технологии точного земледелия ..... 146

# ЗАЩИТА И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

## Влияние штаммов-антагонистов фитопатогенов на поражение растений нута возбудителями корневых гнилей

Алексеенко Надежда Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник  
ГБУ РК «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», отдел сельскохозяйственной микробиологии

*Исследования влияния штаммов-антагонистов фитопатогенов *Bacillus sp. 01–1* и *Bacillus sp. 12501* на поражение растений нута корневыми гнилями проводили в условиях полевых опытов на почве чернозем южный с естественной инфекцией и на фоне искусственно инфицированных *Fusarium oxysporum* семян. Показано, что бактеризация семян *Bacillus sp. 01–1* и *Bacillus sp. 12501* привела к снижению распространения и развития болезни.*

**Ключевые слова:** нут, штаммы-антагонисты фитопатогенов, корневая гниль, бактеризация.

## The influence of antagonists of phytopathogens on affect of Chickpea plants by Root Rot agents

Alekseenko N. V.

*Studies of the effect of strain-antagonists phytopathogenes *Bacillus sp. 01–1* and *Bacillus sp. 12501* to affect chickpea plants by root rot was carried out under field experiments on southern chernozem with natural infection and against the background of artificially infected with *Fusarium oxysporum* seeds. The seed bacterization with *Bacillus sp. 01–1* and *Bacillus sp. 12501* was led to a decrease in spread and development of the disease.*

**Keywords:** chickpeas, strains antagonists of phytopathogens, root rot, bacterization.

Нут считается одной из самых древних бобовых культур, которая богата легкоусвояемыми углеводами и белками, а кроме того набором ценных аминокислот. Он также ценен засухоустойчивостью, устойчивостью к большинству болезней и вредителей, к которым в значительной степени восприимчивы другие культуры семейства бобовых. Однако нут плохо переносит сильное увлажнение и в дождливые годы может поражаться грибными заболеваниями, особенно корневыми гнилями, возбудителями которых являются грибы рода *Fusarium* [1, с. 35-36]. Корневая гниль может поражать растения на протяжении всего вегетационного периода, что приводит к снижению урожая и ухудшает качество зерна. На сегодняшний день все большую популярность в мире получают идеи биоорганического земледелия, где допускается применение биопрепаратов на основе различных штаммов бактерий и грибов, обладающих комплексом полезных свойств, для повышения почвенного плодородия и продуктивности

культурных растений, защиты их от фитопатогенной микрофлоры, повышения качества урожая, снижения норм внесения минеральных удобрений и пестицидов [2, с. 154].

В отделе сельскохозяйственной микробиологии ГБУ РК «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», выделены эффективные штаммы *Bacillus sp. 01–1* и *Bacillus sp. 12501*, которые проявляют антагонистическое действие к широкому спектру фитопатогенных грибов (*Fusarium oxysporum*, *F. avenaceum*, *Trichothecium roseum* и других), стимулируют рост и повышают продуктивность растений.

Цель исследований — установить влияние штаммов-антагонистов фитопатогенов *Bacillus sp. 01–1* и *Bacillus sp. 12501* на поражение растений нута корневыми гнилями проводили в условиях полевых опытов на почве чернозем южный с естественной инфекцией и на фоне искусственно инфицированных *Fusarium oxysporum* семян.

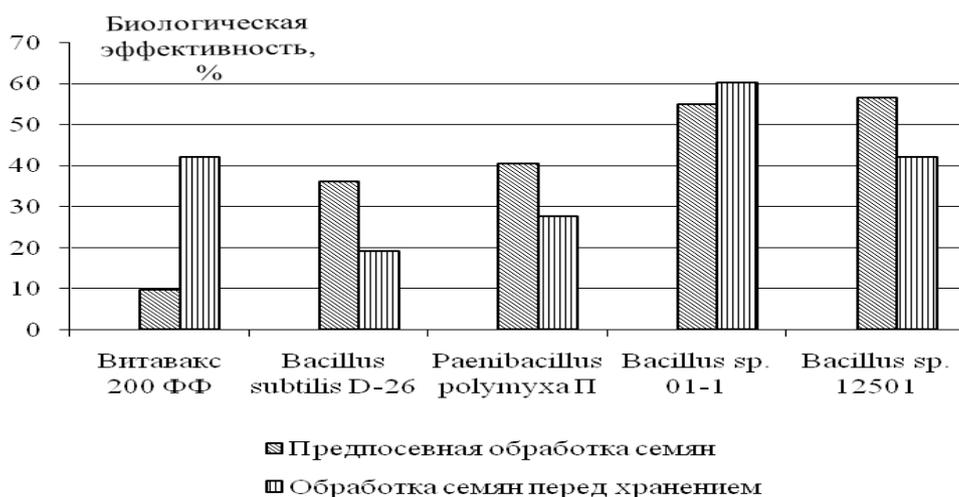


Рис. 1. Биологическая эффективность штаммов антифунгального действия при изменении термина обработки семян в условиях естественного инфекционного фона

Оценку интенсивности поражения растений нута корневыми гнилями проверяли по шкале учета степени поражения [3, с. 321; 4, с. 128]. Микробиологический анализ семян проводили по общепринятым методам [5, с. 296]. В фазу спелости бобов проводили сбор урожая зерна вручную снопами, которые подсушивали и обмолачивали на сноповой молотилке. Исследования и обработку данных проводили общепринятыми методами в микробиологии [6, с. 352].

При исследовании интенсивности поражения растений нута корневыми гнилями в естественных условиях установлено, что предпосевная обработка семян штаммом *Bacillus sp.* 12501 обеспечила увеличение биологической эффективности до 55,6% и это в несколько раз выше показателей варианта химического протравителя Витавакса 200 ФФ (9,4–10,3%). Бактеризация семян *Bacillus sp.* 01–1 перед закладкой их на хранение обусловила существенное снижение развития болезни, при этом биологическая эффективность увеличивалась до 60,3%, что на 28,2% превышала показатели от применения химического препарата (рис. 1).

В условиях искусственного инфекционного фона, инокуляция семян нута штаммами *Bacillus sp.* 01–1 и *Bacillus*

*sp.* 12501 обеспечила снижение (в фазу цветения) степени поражения растений, распространения и развития болезни, при этом биологическая эффективность составляла 55,7%. Оздоровление растений обеспечило рост урожайности зерна соответственно на 30,5 и 41,6% относительно контроля.

Исследование эпифитной микрофлоры семян нута, полученного от инокулированных бактериями растений на фоне искусственной инфекции *F. oxysporum*, доказали, что применение бактерий антагонистов фитопатогенов способствует оздоровлению семян, при этом снижается количество грибов по сравнению с контрольным вариантом. Это можно считать положительным результатом, поскольку отмечено существенное увеличение длины корешка проростка, установлена тенденция к повышению качества семян.

Таким образом, установлено, что инокуляция искусственно инфицированных *Fusarium oxysporum* семян нута штаммами *Bacillus sp.* 01–1 и *Bacillus sp.* 12501 способствовала снижению распространения и развития болезни, биологическая эффективность в среднем составила 57%, что обеспечило увеличение урожайности зерна на 30,5 и 41,6% относительно контроля.

#### Литература:

1. Куркина, Ю. Н. Фузариоз бобов/Ю. Н. Куркина // Защита и карантин растений. — 2009. — № 10. — с. 35–36.
2. Биопрепараты в сельском хозяйстве/Под ред. И. А. Тихоновича и Ю. В. Круглова // Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве. — М., 2005. — 154 с.
3. Бабаянц, Л., Маштерхази А., Вахтер Ф. и др. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах — членах СЭВ. — Прага, 1988. — 321 с.
4. «Методические указания по учету вредителей и болезней сельскохозяйственных культур» — Киев, 1975, — 128 с.
5. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии/Й. Сэги. — Минск: Колос, 1983. — 296 с.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. — М.:Агропромиздат, 1985. — 352 с.

## Исследование активности штамма *Bacillus subtilis* BZR 336g-продуцента биопрепарата для защиты растений от возбудителей фузариоза, иммобилизованного на минеральном удобрении

Асатурова Анжела Михайловна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией;

Козицын Александр Евгеньевич, младший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*Проведено исследование антифунгальной активности и учет численности в процессе хранения биопрепарата на основе штамма *Bacillus subtilis* BZR 336g, иммобилизованного на гранулированном минеральном удобрении широкого спектра применения.*

**Ключевые слова:** бактерии-антагонисты, фитопатогенные грибы, штамм-продуцент биопрепарата, *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*, минеральные удобрения, иммобилизованные бактерии.

## Research activity of strain *Bacillus subtilis* BZR 336g — producer of biopreparations for plant protection from fusarium disease, immobilized for fertilizers

Asaturova A. M., Kozitsin A. Eu.

Federal State Budget Scientific Institution

«All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection Russian Academy of Agricultural Sciences»

*The investigation of antifungal activity and counts during storage of biopreparation on the base of the strain *Bacillus subtilis* BZR 336g, immobilized on a granulated fertilizers wide range of applications.*

**Keywords:** Bacteria-antagonists, phytopathogenic fungi, strain-producer of biopreparation, *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras*, chemical fertilizers, immobilized bacterium.

Химический метод, бесспорно, продолжает оставаться важнейшим средством оперативного сдерживания патогенов, однако, уже в настоящее время возможно эффективное использование активных штаммов, правильно подобранных к конкретным условиям определенного хозяйства в качестве биологических средств защиты растений, являющихся дополнением, а иногда и альтернативой химическим средствам [1, 2]. Именно биологический способ защиты растений, в отличие от химического, не нарушает микробиологический состав почвы и не способствует накоплению токсичных химических соединений в грунте, плодах, зерне и других частях растения [3].

Настоящая работа направлена на совмещение комплексных минеральных удобрений широкого спектра использования с опытным образцом биопрепарата на основе бактерии *Bacillus subtilis* BZR 336g как совместного продукта, который впоследствии, возможно, позволит решить несколько проблем: повышение плодородия почвы за счет внесения в нее дополнительных питательных элементов и защиты растений от ряда экономически значимых заболеваний.

Цель работы — исследование антифунгальной активности в отношении гриба *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai и учет количества колониеобразующих единиц штамма-продуцента биопрепарата *B. subtilis* BZR 336g, адсорбированного на минеральном

удобрении, в зависимости от способа и температуры высушивания гранул.

Объекты исследования: штамм бактерии *B. subtilis* BZR 336g из рабочей коллекции лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ВНИИБЗР [4] и минеральное удобрение ОМУ (производитель: «Буйские удобрения») в виде гранул.

Жидкую культуру (ЖК) опытного образца биопрепарата наносили на гранулы минерального удобрения из расчета 1:5 (6 вариантов) и 1:10 (1 вариант). Для равномерного распределения ЖК на поверхности гранул колбы встряхивали на шейкере в течение 20 мин. и 180 об./мин. [5]. Далее осуществляли высушивание гранул двумя способами и при трех различных вариантах температурного режима в течение 24 ч. Схема представлена в таблице 1.

По завершению процесса сушки определяли количество адсорбированных колониеобразующих единиц и оценку их антифунгальной активности. Для определения численности адсорбированных бактериальных клеток в процессе хранения использовали метод Коха [6]. Оценка антифунгальной активности штамма-продуцента биопрепарата *B. subtilis* BZR 336g в отношении *F. oxysporum* var. *orthoceras* в процессе хранения производили ежемесячно.

Таблица 1. Схема закладки опыта

Способ высушивания гранул после нанесения жидкой культуры на основе <i>B. subtilis</i> BZR 336g	Температура высушивания, °С		
	+24,0	+35,0	+60,0
Встряхивание	+24,0	+35,0	+60,0
Сушка на фильтровальной бумаге	+24,0	+35,0	+60,0

В результате проведенных исследований установлено, что динамика численности имела схожую тенденцию во всех вариантах опыта, ни в одном варианте не отмечено значительного снижения численности бактериального агента в сравнении с начальным титром. В вариантах сушки гранул удобрения на фильтровальной бумаге титр за 5 месяцев хранения несколько возрос с  $9,15 \times 10^6$  до  $9,72 \times 10^6$  КОЕ/мл при температуре хранения  $+24,0$  °С, при температуре  $+35,0$  °С и  $+60,0$  °С снизился с  $1,42 \times 10^7$  до  $6,15 \times 10^6$  КОЕ/мл и с  $1,16 \times 10^7$  до  $5,44 \times 10^6$  КОЕ/мл соответственно. Снижение титра продемонстрировал вариант с количеством инокулята 1:10 с  $8,30 \times 10^6$  до  $7,14 \times 10^6$  КОЕ/мл. В случае сушки в термостатируемом шейкере при постоянном перемешивании гранул титр снизился за 5 месяцев хранения с  $1,04 \times 10^7$  до  $9,90 \times 10^6$  КОЕ/мл при температуре хранения  $+24,0$  °С, с  $1,78 \times 10^7$  до  $8,63 \times 10^6$  КОЕ/мл при  $+35,0$  °С, так же наблюдалось снижение титра с  $1,66 \times 10^7$  до  $1,08 \times 10^7$  КОЕ/мл при  $+60,0$  °С.

Антифунгальная активность гранул удобрения с нанесением ЖК на основе штамма *B. subtilis* BZR 336 g незначительно снизилась в процессе хранения во всех вариантах опыта. Уменьшение диаметра зоны ингибирования (зона задержки роста *F. oxysporum* var. *orthoceras* вокруг гранулы минерального удобрения на твердой пита-

тельной среде) отмечено в вариантах сушки на фильтровальной бумаге с 9 до 8 мм при  $+24,0$  °С (1:5), с 13 мм до 7 мм при  $+35,0$  °С, с 9 мм до 7 мм при  $+60,0$  °С и с 8 мм до 9 мм при  $+24,0$  °С (1:10).

Из полученных данных можно судить об отсутствии прямой зависимости антифунгальной активности бактерий-антагонистов от температуры и способа высушивания гранул удобрения. Антифунгальная активность по большей части зависела от сезонных колебаний численности микроорганизмов.

Наиболее высокая антифунгальная активность в отношении *F. oxysporum* var. *orthoceras* наблюдалась в варианте с высушиванием на фильтровальной бумаге при температуре  $+24,0$  °С и с меньшей дозой инокулята, что свидетельствует о слабой зависимости антифунгальной активности от объема ЖК биопрепарата, в связи с чем можно предположить, что эффективность определяется количеством адгезированных клеток именно на поверхности гранул.

Таким образом, лучшими условиями сохранения численности адсорбированных клеток на поверхности гранул минерального удобрения «ОМУ» при высушивании по результатам исследования является способ перемешивания гранул при температуре  $+60,0$  °С в орбитальном шейкере.

#### Литература:

1. Терещенко, Н. Н. Бактериальные удобрения: проблемы и перспективы применения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. — 2007. — №7. — с. 14–20.
2. Mona Zayed S. Improvement of growth and nutritional quality of *Moringa oleifera* using different biofertilizers // Annals of Agricultural Sciences. — 2012. — Volume 57, № 1. — P. 53–62.
3. Шакин, А. П., Хрянин В. Н., Салтанова А. И., Разоренова Г. А. Применение бактериальных удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур // Известия ПГПУ «Естественные науки». — 2006. — №1 (5). — с. 71–73.
4. Асатурова, А. М. Отбор перспективных агентов биологического контроля для защиты озимой пшеницы от возбудителей фузариоза А. М. Асатурова, В. М. Дубяга, Н. С. Томашевич, М. Д. Жарникова // Электронный политематический научный журнал КубГАУ, 2012, №75 (1). Режим доступа [http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/37.pdf].
5. Alejandro Pérez-García, Diego Romero, Antonio de Vicente. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture // Current Opinion in Biotechnology. — 2011. — Volume 22. — №2, — P. 187–193.
6. Нетрусов, Ф. И. Практикум по микробиологии/Ф. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук [и др.]. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 608 с.

## Влияние препарата Контролфит Si на рост растений риса

Барчукова Алла Яковлевна, доцент;  
Бондарчук Елена Юрьевна, студент  
Кубанский государственный аграрный университет

*Целью данной работы явилось обоснование использования кремний содержащего минерального удобрения как элемента технологии возделывания риса для повышения урожайности и улучшения качества зерна. Наиболее эффективной оказался Контролфит Si с дозой 1,0 л/га.*

**Ключевые слова:** минеральное удобрение, рис, рост растений, масса, площадь листьев

## Influence of preparation kontrolfit si at growth plants of rice

A. Y. Barchukova, E. Y. Bondarchuk

*The purpose of this work was to study use of silicon-containing mineral fertilizer as an element of rice growing technology to increase yield and improve the quality of the grain. The most effective was the Control-fit Si with a dose of 1,0 l/ha.*

**Keywords:** mineral fertilizer, rice, plant growth, weight, leaf area

Испытуемый препарат Контролфит Si представляет собой минеральное удобрение, содержащее в качестве питательных элементов: кремния (Si) — 17%, калия (K<sub>2</sub>O) — 7%. Потребность в кремнии рис испытывает с момента прорастания семян и он необходим для нормального роста и развития растений риса в течение всего вегетационного периода [1, 2]. Что касается калия, то 90% поглощаемого рисом за вегетационный период калия поступает в растения риса в период кушение — выметывание [3, 4]. Недостаток указанных элементов приводит к значительному нарушению ростовых процессов.

Исследования, направленные на изучение влияния препарата Контролфит Si на ростовые процессы растений риса проводились в условиях полевого опыта на рисовой системе ВНИИ риса.

Схема опыта:

- Контроль — без проведения некорневой подкормки;
- Контролфит Si — некорневая подкормка: 1-я — в фазе всходов (2–3 листа), 2-я — в начале кушения (4–5 листьев). Расход агрохимиката — 0,5 л/га, рабочего раствора — 100 л/га;
- Контролфит Si — некорневая подкормка: 1-я — в фазе всходов (2–3 листа), 2-я — в начале кушения (4–5 листьев). Расход агрохимиката — 1,0 л/га, рабочего раствора — 100 л/га;
- Контролфит Si — некорневая подкормка: 1-я — в фазе всходов (2–3 листа), 2-я — в начале кушения (4–5 листьев). Расход агрохимиката — 1,5 л/га, рабочего раствора — 100 л/га.

Учетная площадь делянки — 27,0 м<sup>2</sup>. Повторность опыта — четырехкратная. Размещение делянок — систематическое.

Объект исследования — среднеспелый сорт риса Диамант.

В начале выметывания и в фазу цветения проводили отбор растительных образцов для определения высоты растений, количества и площади листьев (на фотопланиметре Li-3000A), биомассы и сухой массы надземных органов.

Ранее [5, 10]. было показано, что как калий, так и кремний стимулируют рост растений риса в высоту, кушение и листообразование. Исходя из этого несомненный интерес вызывают данные показателей роста в зависимости от проведения некорневой подкормки растений риса препаратом Контролфит Si, в состав которого входит калий (7%) и кремний (17%).

Анализ данных таблицы 1 указывает на тот факт, что двукратная некорневая подкормка растений риса (в фазы всходов и кушения) препаратом Контролфит Si усиливает рост растений в высоту (78,6–82,1 см, в контроле — 74,9 см — в начале выметывания; 83,9–86,7 см, в контроле — 80,6 см — в цветение) и нарастание массы надземными органами (сырой — 16,92–19,16, в контроле — 12,89 и 12,18–14,22, в контроле — 10,49 г; сухой — 3,27–3,64 и 2,46 г — в контроле; 3,99–4,41 и 3,13 г — в контроле в указанные выше фазы соответственно).

Как установил Вркок Ф. (1973), у зерновых культур прирост сухого вещества надземной биомассы вплоть до фазы колошения идет параллельно высоте растений и приросту листовой поверхности. При этом наибольшее значение для урожая зерна имеет образование сухого вещества в период цветения — налив зерна. Примерно за 10–15 дней до полной спелости количество сухого вещества достигает максимума. Причем, если в начале выметывания процент сухого вещества составил 19,0–19,3% (в контроле — 19,1%), то в фазу цветения — 30,7–32,8% (в контроле — 29,8%). Максимальные значения

Таблица 1. Влияние препарата Контролфит Si на рост растений риса сорта Диамант

Вариант	Фаза начала выметывания			Цветение		
	высота, см	масса, г		высота, см	масса, г	
		сырая	сухая		сырая	сухая
Контроль — без обработки	74,9	12,89	2,46	80,6	10,49	3,13
Контролфит Si — 0,5 л/га	80,3	17,91	3,44	84,8	13,49	4,14
Контролфит Si — 1,0 л/га	82,1	19,16	3,64	86,7	14,22	4,41
Контролфит Si — 1,5 л/га	78,6	16,92	3,27	83,9	12,18	3,99
НСР <sub>05</sub>	2,7	0,56	0,11	2,9	0,43	0,13

Таблица 2. Влияние препарата Контролфит Si на нарастание листового аппарата растений риса

Вариант	Фаза начала выметывания		Цветение	
	число листьев, шт.	площадь листьев, см <sup>2</sup>	число листьев, шт.	площадь листьев, см <sup>2</sup>
Контроль — без обработки	6,5	98,8	4,6	85,5
Контролфит Si — 0,5 л/га	7,9	130,4	5,0	108,1
Контролфит Si — 1,0 л/га	9,2	145,1	5,1	114,3
Контролфит Si — 1,5 л/га	7,6	123,5	4,9	102,8
НСР <sub>05</sub>	0,3	4,3	0,2	4,0

рассматриваемых в таблице 2 показателей роста растений риса отмечены в варианте с применением препарата Контролфит Si в дозе 1,0 л/га.

Учитывая, что репродуктивные органы образуются в ассимилирующих органах, необходимо, чтобы в фазы их формирования листовая поверхность была максимальной, а срок ее активной деятельности — более длительным.

Из представленных в таблице 2 данных видно, что проведение некорневой подкормки растений риса в фазы всходов и кушения препаратом Контролфит Si усиливает нарастание листового аппарата в фазе выметывания (число листьев — 7,6–9,2 шт., в контроле — 6,5

шт., площадь листьев — 123,5–145,1 и 98,8 см<sup>2</sup> соответственно). Значительное превышение площади листьев опытных вариантов в фазу цветения (102,8–114,3, в контроле — 85,5 см<sup>2</sup>) связано, очевидно, с повышением жизнеспособности листового аппарата и продлением срока его действия, особенно в варианте с применением препарата Контролфит Si в дозе 1,0 л/га.

Таким образом, двукратная некорневая подкормка растений риса препаратом Контролфит Si активизирует основные физиологические процессы — рост и фотосинтез. Наибольшее действие испытуемого препарата на ростовые процессы проявилось при применении его в дозе 1,0 л/га (расход рабочего раствора — 100 л/га).

#### Литература:

1. Алешин, Н. Е. Кремниевое питание риса/Н. Е. Алешин // Сельское хозяйство за рубежом, 1982. — № 6. — с. 9–14.
2. Алешин, Н. Е. О биологической роли кремния у риса/Н. Е. Алешин // Вестн. с.-х. науки, 1988. — № 10. — с. 77–85.
3. Ерыгин, П. С. Физиология риса/П. С. Ерыгин. — М.: Колос, 1981. — 208 с.
4. Шеуджен, А. Х. Теория и практика применения микроудобрений в рисоводстве/А. Х. Шеуджен, Н. Е. Алешин. — Майкоп, 1996. — 313 с.
5. Vrcos, F. Autoregulace a kompenzace porostu polnich plodin. Rostl. Vyroba. — 1973. — 19. — P. 963–973.

## Урожайность и качество зерна риса в зависимости от применения в технологии его возделывания препарата Биовел Рост

Барчукова Алла Яковлевна, доцент;  
Бутвина Виктория Леонидовна, студент  
Кубанский государственный аграрный университет

*Целью данной работы явилось использование разных доз микробиологического удобрения и его влияние на формирование репродуктивных органов риса кремнийсодержащего минерального удобрения как элемента технологии возделывания риса для повышения урожайности и улучшения качества зерна. Наиболее эффективным оказался Биовел Рост с некорневой подкормкой с дозой 4,5 л/га.*

**Ключевые слова:** микробиологическое удобрение, рис, кустистость, метелка, озерненность, пленчатость, стекловидность, трещиноватость, урожайность

## Yield and quality of rice grains depending on application in technology of its cultivation preparation biovel rost

A. Y. Barchukova, V. L. Butvina

*The purpose of this work has been the use various doses of microbial fertilizer and its effect on formation of the reproductive organs of rice silicon-containing mineral fertilizer as an element of rice growing technology to increase yield and improve the quality of the grain. The most effective was Biovel rost with foliar application with a dose of 4.5 l/ha.*

**Keywords:** microbiological fertilizer, rice, bushiness, panicle, ozernennost, scarious, hyaline, fracturing, yield

Доля России в мировом производстве риса в 2013 г. составила лишь 0,2%. Одним из наиболее развиваемых путей увеличения сборов риса в России в настоящее время выступает не столько широкое увеличение площади посева под эту культуру, сколько повышение продуктивности. И в этом плане большая роль принадлежит микроорганизмам, так как благодаря им улучшается корневое питание растений, усиливается рост и развитие растений и, как следствие, повышается урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции.

Испытуемый препарат Биовел Рост (марка А) представляет собой микробиологическое удобрение и его влияние на формирование репродуктивных органов вызывает несомненный интерес.

Схема опыта включала следующие варианты:

— Контроль — без обработки семян и без проведения некорневой подкормки;

— Биовел-Рост — предпосевная обработка семян (доза — 50 мл/т, рабочего раствора — 10 л/т) + 2-х кратная некорневая подкормка: (доза — 1,5 л/га, рабочего раствора — 100 л/га);

— Биовел-Рост — предпосевная обработка семян (доза — 50 мл/т, расход рабочего раствора — 10 л/т) + 2-х кратная некорневая подкормка: (доза — 3,0 л/га, рабочего раствора — 100 л/га);

— Биовел-Рост — предпосевная обработка семян (доза — 50 мл/т, расход рабочего раствора — 10 л/т) +

2-х кратная некорневая подкормка (доза — 4,5 л/га, рабочего раствора — 100 л/га).

Учетная площадь делянки — 27 м<sup>2</sup>, повторность — 4-х кратная.

Предпосевную обработку семян испытуемым препаратом проводили влажно-сухим способом вручную опрыскивателем перед посевом. В контрольном варианте семена обрабатывали водой. Обработку растений (некорневую подкормку) проводили ранцевым опрыскивателем.

Результатом выработки и распределения ассимилятов, накапливающихся в период развития растения является урожай, отдельные элементы которого в процессе онтогенеза развиваются постепенно.

Следует отметить, что урожай зерна обусловлен тремя основными компонентами: числом продуктивных стеблей на растении, числом зерен и массой зерна с растения. При недостаточном формировании предыдущего элемента урожайности усиливается развитие последующих элементов. Анализ представленных в таблице 1 данных указывает на тот факт, что проведение некорневой подкормки растений риса (двукратно — во всходы и в начале кущения) не оказало существенного влияния на процесс кущения (продуктивная кустистость — 1,0–1,1, в контроле — 1,0 шт. стеблей), но последствие значительно проявилось на формировании второго элемента

Таблица 1. Влияние препарата Биовел Рост А на формирование структурных элементов урожая риса

Вариант	Кустистость, шт. стеблей/растение		Длина метелки, см	Озерненность, шт.		Масса, г/растение		Уборочный индекс $m_3/m_c$
	общая	продуктивная		общая	в т.ч. стерильных колосков	зерна $m_3$	соломы $m_c$	
Контроль — без обработки	1,2	1,0	13,9	110,6	16,9	2,50	3,21	0,78
Биовел Рост А — 1,5 л/га	1,4	1,0	14,5	115,7	17,1	2,75	3,40	0,81
Биовел Рост А — 3,0 л/га	1,4	1,1	14,7	121,0	16,0	2,97	3,54	0,84
Биовел Рост А — 4,5 л/га	1,5	1,1	15,0	129,2	14,2	3,29	3,83	0,86
НСР <sub>05</sub>	0,04	0,04	0,5	4,2	0,5	0,10	0,12	

Таблица 2. Влияние препарата Биовел Рост А на урожайность и качество зерна риса

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Технологические показатели качества зерна				
		ц/га	%	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %
Контроль — без обработки	68,6	-	-	533,1	26,8	17,4	89,5	10,5
Биовел Рост А — 1,5 л/га	72,9	4,3	6,3	552,0	27,7	16,9	91,5	8,4
Биовел Рост А — 3,0 л/га	74,2	5,6	8,2	554,1	28,0	16,5	92,0	7,9
Биовел Рост А — 4,5 л/га	76,6	8,0	11,7	556,9	28,2	16,1	93,5	7,3
НСР <sub>05</sub>	3,4			19,0	0,9			

урожайности — числа зерен (115,7–129,2, в контроле — 110,6 шт., НСР<sub>05</sub> — 4,2 шт.; длина метелок — 14,5–15,0 и 13,9 см соответственно), а также массы зерна с растения (2,75–3,29, в контроле — 2,50 г) — третьего элемента. Максимальный прирост метелки (по длине, озерненности и массе зерна) отмечен в варианте с обработкой семян и растений испытуемым препаратом в дозе 4,5 л/га.

Формирование элементов структуры урожая, рассмотренное выше, — это решающий этап, от которого в значительной степени зависит урожай.

Данные урожая (табл. 2) показывают, что применение препарата Биовел Рост А (на семенах и растениях) в технологии возделывания риса способствует повышению урожайности на 6,3–11,7%. Максимальная прибавка урожая получена в варианте с применением

препарата Биовел Рост А в дозе 4,5 л/га. Наряду с этим, в опытных вариантах под действием испытуемого препарата повысилось качество зерна (натура — 552,0–556,9 г/л, в контроле — 533,1 г/л; стекловидность — 91,5–93,5%, в контроле — 89,5%). Наиболее крупное и выполненное зерно с высокой стекловидной консистенцией, более низкой, чем в контроле, пленчатостью и трещиноватостью получено при применении препарата Биовел Рост А в дозе 4,5 л/га.

Таким образом, наиболее эффективным оказался вариант с обработкой семян испытуемым препаратом (расход препарата 50 мл/т, рабочего раствора — 10 л/т) и двукратной некорневой подкормкой (расход препарата 4,5 л/га, рабочего раствора — 100 л/га) в фазе всходов (1-я подкормка) и в фазе кущения (2-я подкормка).

## Универсальные RAPD-праймеры для оценки ДНК-полиморфизма божьих коровок (*Coleoptera, Coccinellidae*)

Беседина Екатерина Николаевна, старший научный сотрудник;<sup>1</sup>

Цыгикало Инна Сергеевна, аспирант;<sup>2</sup>

Киль Владимир Ильич, ведущий научный сотрудник<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко»

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Кубанский государственный университет»

Выявлены универсальные для кокциnellид RAPD-праймеры (OPA02 и OPA07). С использованием отобранных праймеров проведен ПЦР-анализ и оценка ДНК-полиморфизма десяти различных видов божьих коровок.

**Ключевые слова:** божьи коровки, полиморфизм, ДНК, RAPD-праймеры, ПЦР.

## UNIVERSAL RAPD primers for study DNA polymorphism of ladybird beetles (*Coleoptera, Coccinellidae*)

Besedina E. N. <sup>1</sup>, Tsigikalo I. S. <sup>2</sup>, Kil V. I. <sup>3</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection

<sup>2</sup>Krasnodar Lukyanenko institute of agriculture

<sup>3</sup>Kuban State University

It was revealed universal for Coccinellidae RAPD primers (OPA02 and OPA07). Using these primers PCR analysis and studying DNA polymorphism of ten different ladybird beetles species was conducted.

**Keywords:** ladybird beetles, DNA polymorphism, RAPD primers, PCR

Сравнительный генетический анализ различных видов кокциnellид проводился ранее с использованием молекулярно-генетических методов: анализа полиморфизма длин внутренних транскрибируемых спейсеров рДНК [Паленко и др., 2004], нуклеотидной последовательности гена митохондриальной цитохром С оксидазы I (COI) [Fu, Zhang, 2006] и нуклеотидной последовательности митохондриального гена 16S рДНК [Aruggoda et al., 2010]. Основной целью этих исследований был филогенетический анализ и оценка генетического сходства различных видов божьих коровок.

В то же время сравнительный анализ ДНК-полиморфизма и генетического разнообразия кокциnellид по RAPD-маркерам не проводился. Данный метод молекулярно-генетического анализа не требует знания первичной структуры ДНК и, в этой связи, более доступен и прост. Основная трудность заключается в поиске универсальных RAPD-маркеров, одинаково хорошо иницирующих амплификацию с ДНК всех исследуемых видов семейства кокциnellид и пригодных для оценки ДНК-полиморфизма насекомых.

Подобный подход мы с успехом применяли ранее при сравнительном анализе ДНК-полиморфизма раз-

личных отрядов насекомых [Киль и др., 2008;]. Таким образом, нами были выявлены RAPD- и ISSR-праймеры универсальные для полужесткокрылых и некоторых других представителей членистоногих.

Целью наших исследований явилось выявление универсальных для семейства Coccinellidae RAPD-праймеров и оценка ДНК-полиморфизма различных видов насекомых-кокциnellид по RAPD-маркерам.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись выборки насекомых (n=10-32) из природных популяций десяти различных видов кокциnellид, собранных в полях и садах г. Краснодара (2013–2014 гг.): *Coccinella septempunctata*; *Adalia bipunctata*; *Oenopia conglobata*; *Propylea quatuordecimpunctata*; *Scymnus frontalis*; *Tythaspis sedecimpunctata*; *Coccinula quatuordecimpustulata*; *Harmonia axyridis*; *Adonia variegata*; *Thea vigintiduopunctata*. Выделение ДНК проводили из целых особей насекомых (имаго), амплификацию и электрофорез, как описано нами ранее [Киль, 2009]. В работе использовали следующие RAPD-праймеры: OPA02, OPA06, OPA07, OPA15, OPA18, OPA20, OPB01, OPB08, OPD12, OPE01, OPE07, OPN15, OPN19, UBC450, UBC490, UBC519, UBC521, UBC531, UBC538, UBC556, 267/2

и GT09. Уровень ДНК-полиморфизма оценивали как отношение числа полиморфных ДНК-фрагментов к общему числу ДНК-маркеров.

**Результаты и обсуждение.** В результате исследований нами было проведено тестирование имеющегося в лаборатории набора праймеров на универсальность по отношению к ДНК разных видов кокциnellид. Из 22-х RAPD-праймеров были отобраны два универсальных кокциnellид-специфичных праймера (ОРА02 и ОРА07), выявляющих ДНК-полиморфизм и обладающих высокой информативностью. Важно отметить, что праймер ОРА07 оказался также универсальным и для других представителей класса насекомых [Киль и др., 2010].

С использованием отобранных праймеров нами в дальнейшем был проведен сравнительный RAPD-анализ различных видов кокциnellид (таблица).

В целом по всем изученным видам насекомых с помощью праймера ОРА02 было выявлено от 9 до 25 RAPD-маркеров; с помощью праймера ОРА07 — от 13 до 25. Среднее число ампликонов на особь по праймерам ОРА02 и ОРА07 колебалось в зависимости от вида в пределах 2.1÷7.9 и 5.6÷9.6, соответственно. Средний уровень полиморфизма составил 92,4% (ОРА02) и 86,2% (ОРА07). Размеры продуктов амплификации варьировали от 150 до 1500 (ОРА02) и от 200 до 1400 пар нуклеотидов (ОРА07).

Таблица 1. Полиморфизм ДНК божьих коровок по универсальным RAPD-маркерам

№ п/п	Вид кокциnellид	Праймер	Число детектируемых фрагментов	Уровень полиморфизма (%)	Размеры фрагментов (п. н.)	Мономорфные фрагменты (п. н.)	Число фрагментов на особь	Среднее число фрагментов на особь
1	Adalia bipunctata	ОРА02	20	100	150-750	нет	2-9	5.7
		ОРА07	21	95.2	250-1250	580	4-14	8.1
2	Adonia variegata	ОРА02	19	100	200-800	нет	2-10	7.2
		ОРА07	23	100	200-1150	нет	5-14	9.3
3	Coccinella septempunctata	ОРА02	9	100	280-850	нет	0-5	2.1
		ОРА07	20	100	200-1000	нет	2-9	6.0
4	Coccinula quatuordecimpustulata	ОРА02	10	90	250-1100	550	4-8	5.5
		ОРА07	19	89.5	200-800	320 300	1-13	9.1
5	Harmonia axyridis	ОРА02	20	100	150-950	нет	3-11	7.2
		ОРА07	25	100	250-1400	нет	2-17	9.6
6	Oenopia conglobata	ОРА02	12	100	370-1100	нет	0-9	4.1
		ОРА07	16	93.8	200-750	320	2-11	6.7
7	Propylea quatuordecimpunctata	ОРА02	12	100	300-1100	нет	2-9	4.9
		ОРА07	13	100	230-770	нет	2-10	5.6
8	Scymnus frontalis	ОРА02	16	100	250-1500	нет	2-10	5.3
		ОРА07	20	95	230-1350	320	6-12	8.9
9	Thea vigintiduopunctata	ОРА02	12	100	300-850	нет	3-9	5.1
		ОРА07	17	100	230-800	нет	2-10	6.1
10	Tythaspis sedecimpunctata	ОРА02	25	100	250-1400	нет	2-13	7.9
		ОРА07	22	95.5	230-1100	230	6-11	8.7

Литература:

1. Паленко, М. В. Молекулярно-генетические подходы к филогении жуков семейства Божьи коровки (Coleoptera: Coccinellidae)/Паленко М. В. Шайкевич Е. В., Муха Д. В., Захаров И. А. // Энтомологическое обозрение. — 2004 г. — Т. 83. — № 4. — С. 876–879.
2. Aruggoda, A. G. B., Shunxiang, R. and Baoli, Q. (2010). Molecular Phylogeny of Ladybird Beetles (Coccinellidae: Coleoptera) Inferred from Mitochondrial 16S rDNA Sequences. Tropical Agricultural Research Vol. 21 (2): 209–217.
3. Fu, J. and Zhand, Y. C. (2006). Sequence analysis of mtDNA — COI gene and Molecular Phylogeny on twenty seven Species of Coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae). Entomotaxonimia. 28 (3): 179–185.
4. Киль, В. И. Методика оценки ДНК полиморфизма популяций насекомых с помощью ПЦР (RAPD- и ISSR-PCR)/В. И. Киль // Методические рекомендации. ООО «Просвещение-Юг». Краснодар. 2009. 16 с.
5. Киль, В. И. Полиморфизм ДНК и генетическое разнообразие популяций различных видов насекомых/Киль В. И., Беседина Е. Н., Исмаилов В. Я. // Наука Кубани. — 2010. — № 2. — с. 21–24.

## Применение полифункциональных препаратов для снижения развития фомопсиса и повышения продуктивности подсолнечника

Диденко Антон Олегович, научный сотрудник;

Андросова Валентина Митрофановна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*Показана высокая биологическая эффективность обработки семян и растений полифункциональными препаратами Иммуноцитопфит и Экогель против фомопсиса подсолнечника. Их применение способствовало увеличению диаметра корзинки и массы 1000 семян. Урожайность увеличивалась на 0,3–0,4 т/га по сравнению с контролем.*

**Ключевые слова:** подсолнечник, сорт Р-453, фунгициды, экологически малоопасные средства, фомопсис, диаметр корзинки, масса 1000 семян, урожайность.

## Application of multifunctional preparations to reduce the development of Phomopsis to transmit and productivity of sunflower

Didenko A. O., Androsova V. M.

All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection

*The high biological effectiveness of seed treatment and plant multifunctional preparations Immunocytophite and Ekogel against Phomopsis to transmit sunflower. Their use has contributed to the increase of the diameter of the basket and the weight of 1000 seeds. Increased the yield by 0.3–0.4 t/ha compared with the control.*

**Keywords:** sunflower, grade R-453, fungicides, environmentally low-risk funds, Phomopsis, the diameter of the basket, 1000 seed weight, yield

Масличный подсолнечник — одна из высокодоходных полевых культур в России. Поражение подсолнечника болезнями может привести к потере урожая превышающей 60% с полной утратой пищевой ценности культуры [1]. Среди заболеваний подсолнечника наиболее распространёнными и вредоносными являются белая гниль, ложная мучнистая роса, серая гниль, фомопсис, а также в отдельных регионах страны — пепельная гниль [2].

На территории Краснодарского края фомопсис подсолнечника продолжает оставаться одним из наиболее вредоносных патогенов, несмотря на низкий в последние годы (2005–2009 и 2011–2012 гг.) процент средневзвешенной распространённости в связи с климатическими изменениями в сторону повышенных температур [3].

Химические средства защиты считаются наиболее эффективными в защите сельскохозяйственных растений от болезней. Их применение позволяет сдерживать распространение патогенов, но вместе с тем наносит немалый урон полезной почвенной микрофлоре, приводит к возникновению резистентных форм фитопатогенов и оказывает токсичное действие на окружающую среду [4].

В сложившейся обстановке особого внимания заслуживает выбор и применение экологически малоопасных препаратов позволяющих снизить пестицидную нагрузку на агроценоз.

Среди средств защиты в последнее время предпочтение отдается биологическим препаратам полифункционального типа действия. Такие препараты способны проявлять ростостимулирующие свойства и активизировать защитные функции самих растений.

Цель работы — изучение влияния обработки семян и растений препаратами полифункционального действия на урожайность подсолнечника и защиту его от фомопсиса.

Для исследования были отобраны экологически малоопасные средства полифункционального действия различной природы: биологические препараты — жидкие культуры бактерий или грибов и продуктов их метаболизма, биофунгициды Баксис, Ж (на основе *Bacillus subtilis*, штамм 63-Z) и Вермикулен, Ж (на основе *Penicillium vermiculatum* Dang.); физиологически активные вещества (ФАВ), регуляторы роста Экогель, ВР (д. в. лактат хитозана) и Иммуноцитопфит, ТАБ (д. в. арахидоновая кислота). В качестве стандарта для обработки семян был использован химический протравитель Максим, КС (д. в. флудиоксонил), а для обработок растений фунгицид Танос, ВДГ (д. в. фамоксадон + цимоксанил).

Семена и растения (фаза начало бутонизации) восприимчивого к фомопсису подсолнечника сорта Р-453 отечественной селекции (ВНИИМК) обрабатывали

указанными средствами. Исследования проводили в 2010–2012 гг. на стационарном севообороте ФГБНУ ВНИИБЗР.

Опыты были заложены по методике полевого опыта Доспехова на делянках площадью 5,6 м<sup>2</sup>, расположенных в рендомезированной последовательности в четырёхкратной повторности.

Для вычисления распространенности болезней и степени развития их в посевах подсолнечника использовали стандартные формулы [5]. Для определения интенсивности поражения растений фомопсисом применяли пятибальную шкалу Менжулова.

На опытных участках были выявлены такие заболевания, как сухая гниль корзинки (возбудитель — *Rhizopus* sp.), белая гниль (возбудитель — *Sclerotinia sclerotiorum* de Bary), фузариоз (возбудитель — грибы из рода *Fuzarium* sp.), фомоз (возбудитель — *Phoma oleraceae* Sacc.) и фомопсис (*Diaporthe helianthi* Munt.-Cvet.).

Было установлено, что перечисленные болезни кроме фомопсиса не достигали биологического порога вредности. Биологический порог вредности (БПВ — 5,0% погибших растений). При этом степень поражения растений подсолнечника фомопсисом в среднем составляла 12,1%.

Биологическая эффективность обработки семян и растений Иммуноцитифитом или Экогелем не уступала стандарту (69%) и составляла 81%, 71% соответственно. Применение биофунгицидов (Вермикулен и Баксис) против заболевания было малоэффективным и не превышало 50%.

Воздействие изучаемых средств на подсолнечник вырождалось, прежде всего, в изменении размера диаметра корзинки и увеличении массы 1000 семян.

В среднем за три года диаметр корзинки в контроле составлял 206 мм, а масса 1000 семян — 62,4 г. В результате обработки семян и растений подсолнечника сорта Р-453 регуляторами роста Иммуноцитифит и Экогель диаметр корзинки увеличивался на 16,5 и 14,1%, а масса 1000 семян — на 4,5 и 4,1% соответственно. Эти показатели в химическом стандарте составляли 11,7 и 4,0% соответственно. В вариантах с применением Баксиса и Вермикулена диаметр корзинки увеличивался на 8,7 и 2,9%, а масса 1000 семян — на 9,2 и 2,9% соответственно.

Максимальная урожайность (в среднем за 3 года) была получена при обработке семян и растений препаратом Иммуноцитифит (2,8 т/га). Увеличение урожайности в этом варианте по сравнению с контролем составляло 16,7%. В вариантах с применением Экогеля — 12,5%, а Баксиса и Вермикулена — 7,1% и 7,5% соответственно. В стандарте увеличение урожайности составляло 12,5%.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что для повышения урожайности подсолнечника, учитывая широкий спектр патогенов, поражающих его, а также влияние неблагоприятных условий среды и необходимость снижения пестицидной нагрузки в агроценозе, решающими являются иммуностимулирующие свойства применяемых препаратов. В нашем исследовании с наиболее выраженными свойствами полифункционального действия оказались такие препараты как Иммуноцитифит и Экогель.

Применение средств, обладающих полифункциональным действием, в технологии возделывания подсолнечника в условиях Краснодарского края будет способствовать снижению пестицидной нагрузки, восстановлению плодородия почв и решению проблем продовольственной безопасности.

#### Литература:

1. Якуткин, В. И., Таволжанский Н. П., Гончаров Н. Р. Защита подсолнечника от болезней // Защита и карантин растений. 2011. №3. с. 70 (2). — 93 (23).
2. Артохин, К. С., П. К. Игнатов Защита подсолнечника // Защита и карантин растений. 2015. №1. с. 54 (2). — 84 (32).
3. Исмаилов, В. Я., Пивень В. Т., Шуляк И. И., Диденко А. О., Подварко А. Т. Фомопсис на посевах подсолнечника в Краснодарском крае // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. Вып. 1. 2014. № 157–158. с. 130–134.
4. Никитина, З. И. Микробиологический мониторинг наземных экосистем/З. И. Никитина. Новосибирск: Наука, 1991. 222 с.
5. Чумаков, А. Е. Вредность болезней сельскохозяйственных культур/А. Е. Чумаков, Т. Н. Тизахарова. М.: ВА-СХНИЛ «Агропромиздат», 1990. 127 с.

## Использование разработок современной биотехнологии для повышения эффективности растительно-микробных систем нута

Донская Мария Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;<sup>1</sup>

Наумкина Татьяна Сергеевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник;<sup>1</sup>

Глазков Александр Владимирович, аспирант;<sup>1</sup>

Наумкин Владимир Владимирович, доцент<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «ВНИИ зернобобовых и крупяных культур»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»

*Изучена эффективность применения микробиологических препаратов на перспективных сортах и образцах нута из мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова. Установлено, что предпосевная инокуляция семян нута ризоторфином и двойная инокуляция (ризоторфин + эндомикоризные грибы) улучшают рост и развитие растений, повышают семенную продуктивность и крупность семян. Выделены сорта и образцы для использования в селекции на повышение эффективности симбиоза.*

**Ключевые слова:** нут, сорт, образец, инокуляция, азотфиксирующие бактерии, грибы арбускулярной микоризы.

## Application of the modern biotechnology to improve efficiency of plant-microbe systems of chickpea

Donskaya M. V., Naumkina T. S., Glazkov A. V., Naumkin V. V.

*Summary. Efficiency of using microbiological preparations with promising varieties and samples of chick pea from world collection N.I. Vavilov was studied. Inoculation of chick pea seeds with rhizotorphin and double inoculation (rhizotorphin + arbuscular fungi) influenced on indicators of plants growth and development, promoted increase of seed productivity and size of seeds. Varieties and samples characterized by high responsiveness to the use of microbiological preparations were allocated. They were recommended for use in the integrated breeding for increase of efficiency of symbiosis.*

**Keywords:** chick pea, variety, sample, inoculation, nitrogen fixing bacteria, arbuscular mycorrhiza fungi.

Нут является важной продовольственной культурой. Спрос на его зерно в последние годы значительно возрос, что связано с высокой пищевой и кормовой ценностью данной культуры. В то же время урожайность нута остается невысокой (1,0–1,5 т/га), что ниже потенциальной продуктивности новых сортов. Для повышения эффективности использования потенциальных возможностей новых сортов, адаптивных к конкретным условиям, необходимо улучшать организацию семеноводства, совершенствовать сортовые и зональные технологии. А для выращивания нута на севере Центрально-Черноземного региона необходима разработка адаптивной технологии возделывания, один из элементов которой применение микробиологических препаратов.

Цель исследований — определить эффективность применения ризоторфина и грибов арбускулярной микоризы при возделывании нута в условиях Орловской области.

Исследования проводились в 2010–2014 гг. Значения климатических показателей были близки к среднепогодным, за исключением аномально жаркого и засушливого 2010 г. Материалом для исследований послужили

26 сортов и образцов нута из мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Опыт закладывали в 4-кратной повторности на делянках площадью 2 м<sup>2</sup> и 10 м<sup>2</sup>. Схема опытов включала контроль и варианты с моно- и двойной инокуляцией семян ризоторфином и грибами АМ. Обработку ризоторфином (штаммы 527, 522, 065 на основе клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri*) осуществляли в расчете 200 г/га за 1 ч до посева. Почвенно-корневую смесь из-под микоризованной суданской травы, содержащей грибы *Glomus intraradices* (штамм 8) и *Glomus fasciculatum* (штамм 7), вносили в почву перед посевом в дозе 500 кг/га. Полевые и лабораторные исследования выполняли с использованием методик [1,2,3]. Содержание белка в зерне определяли по методу Кьельдаля с использованием автоматической системы UDK-152 и дигестора ДК-6. Обработку данных выполняли методами математической статистики с использованием Microsoft Office Excel 2010.

В получении стабильных урожаев любой сельскохозяйственной культуры важную роль играет продолжительность вегетационного периода. У нута в условиях Орловской области значение этого показателя колебалось

в среднем за годы изучения от 74 до 94 суток. Применение микробиологических препаратов увеличивало продолжительность вегетационного периода сортов Краснокутский 123, Золотой юбилей, Костюжанский 27 и Смачный на 1–7 суток по сравнению с контролем.

В среднем за годы изучения высота растений в контрольном варианте находилась в пределах 61,0–82,2 см. Предпосевная инокуляция семян ризоторфином увеличивала ее на 0,9–21,5%, по сравнению с контролем, у сортов Краснокутский 36, Краснокутский 123, Золотой юбилей, Костюжанский 27, Смачный, Пегас, Устойчивый 02. На фоне применения грибов АМ высота растений увеличивалась, по сравнению с контролем, на 2,9–9,4% у сортов Краснокутский 36, Золотой юбилей, Краснокутский 123, к-1507; при двойной инокуляции — на 2,1–11,5% у сортов Краснокутский 36, Золотой юбилей, Юбилейный, Костюжанский 28, Краснокутский 123.

По своим морфологическим признакам нут из всех зернобобовых культур наиболее полно отвечает требованиям пригодности к механизированной уборке. Лимитирующий показатель — высота прикрепления нижнего боба, которая должна быть не менее 18–25 см. В среднем за годы исследований у сортообразцов Юбилейный, к-1507, Краснокутский 123, Краснокутский 36, Розанна, Орнамент она составляла 20,3–26,1 см. В вариантах с применением микробиологических препаратов величина этого показателя возрастала до 34,6–45,3 см.

#### Литература:

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Методические указания: Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение. СПб.: Копи-Р Групп, 2010. 141 с.
3. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного материала зернобобовых культур ацетиленовым методом/В. П. Орлов, И. Ф. Орлова, Е. А. Щербина, Г. П. Гурьев, А. Г. Васильчиков. Орел: ВНИИЗБК, 1984. 16 с.

Ризоторфин и грибы АМ положительно влияли на массу сухого вещества растения, число и массу семян с растения, массу 1000 семян. В опыте максимальные масса сухого вещества растения (+51,3% к контролю), число семян с растения (+67,3%) и семенная продуктивность (+82,4%) отмечены у сорта Золотой юбилей в варианте с двойной инокуляцией. У всех сортов применение ризоторфина и грибов АМ увеличивало крупность семян, по сравнению с контролем, на 1,4–15,6%.

Главным показателем качества зерна бобовых культур считается содержание белка. В среднем за годы изучения величина этого показателя в контроле находилась в пределах от 17,6% (Краснокутский 123) до 23,0% (Юбилейный). Предпосевная инокуляция семян ризоторфином и использование грибов АМ повышали содержание белка на 0,1 — 2,3%.

Таким образом, моно- и двойная инокуляция семян ризоторфином на основе азотфиксирующих бактерий *Mesorhizobium ciceri* и внесение в почву перед посевом грибов арбускулярной микоризы является эффективным приемом повышения семенной продуктивности нута в условиях северной части ЦЧР. Сортообразцы: к-526 (Колумбия), к-1507 (Индия), Зерноградский 36, Краснокутский 36, Краснокутский 123, Краснокутский 195, Заволжский, Приво 1 и Золотой юбилей, рекомендуются для создания высокоэффективных растительно-микробных систем.

## Создание новых резистентных форм *Oryza sativa* L. к *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr. с использованием методов молекулярного маркирования

Дубина Елена Викторовна<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник;  
Шиловский Валентин Николаевич<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник;  
Зеленский Григорий Леонидович<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;

Харченко Елена Семёновна<sup>1</sup>, старший научный сотрудник;

Рубан Василий Яковлевич<sup>2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник селекционно-семеноводческого участка;

<sup>1</sup>Есаулова Любовь Владимировна<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник;

Максименко Евгений Петрович<sup>3</sup>, директор;

Никитина Ирина Борисовна<sup>3</sup>, начальник госсортоучастка

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт риса (г. Краснодар)

<sup>2</sup>ООО «Зерновая компания «Полтавская»

<sup>3</sup>Федеральное государственное унитарное Элитно-семеноводческое предприятие «Красное» (г. Краснодар)

Проведено введение и пирамидирование генов устойчивости к пирикулярриозу *Pi-1*, *Pi-2*, *Pi-33*, *Pi-ta*, *Pi-b* в генотипы отечественных сортов риса. ДНК-маркерный анализ позволил выявить устойчивые к болезни образцы риса, несущие 3 целевых генов в гомозиготном состоянии. Разработана система мультиплексной ПЦР для идентификации в гибридном потомстве одновременно двух генов устойчивости к патогену *Pi-1+Pi-2*, *Pi-ta+Pi-33*, *Pi-ta+Pi-b*.

**Ключевые слова:** рис, гены устойчивости к пирикулярриозу, SSR-маркеры, мультиплексная ПЦР.

### ВВЕДЕНИЕ

Несовершенный гриб *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr Yaegashi & Udagawa (анаморф *Pyricularia grisea*, пирикулярриоз) является фитопатогеном широкого спектра действия, охватывающего большинство семейств сельскохозяйственных культур, в том числе и риса. Экономический ущерб, наносимый заболеванием, значителен во всех зонах мирового рисосеяния и достигает высоких цифр [1].

Создания «иммунных» сортов риса — источников устойчивости к данному патогену и быстрое внедрение их в производство является наиболее перспективным решением в борьбе с этим заболеванием. Их возделывание позволит сократить до минимума применение фунгицидов на рисовых полях и обеспечит пищевую безопасность продукции рисовой отрасли.

Однако, обеспечение устойчивости — одно из самых трудных направлений селекции. Вредители и особенно болезни имеют большой потенциал изменчивости, что в сочетании с их колоссальными способностями к размножению обеспечивает патогену высочайшие приспособительные возможности [2].

Объединение нескольких эффективных генов устойчивости на генетической основе элитных сортов — это результативная стратегия селекции на устойчивость к высоковариабельным грибным патогенам.

По многолетним исследованиям фитопатологов гены рисоспецифической устойчивости к пирикулярриозу *Pi-z<sup>t</sup>*, *Pi-ta<sup>2</sup>*, *Pi-b* и *Pi-ta* являются эффективными для юга России [3]. Гены *Pi-ta* и *Pi-b* сиквенированы. Гены *Pi-1*, *Pi-2*, *Pi-33* относят к генам широкого спектра резистентности риса к патогену [4]. Исследования показывают,

что наибольший эффект перечисленные гены проявляют при совместном действии [5, 6].

Сорта риса, возделываемые на территории юга России, не обладают вышеуказанными эффективными генами устойчивости.

В связи с этим **целью** данной научной работы является создание устойчивых к пирикулярриозу сортов и линий риса с использованием методов молекулярного маркирования.

Исходя из поставленной цели, в ходе исследований предусматривалось выполнение следующих задач:

1. Выполнить программу по введению и пирамидированию генов устойчивости к пирикулярриозу *Pi-1*, *Pi-2*, *Pi-33*, *Pi-ta*, *Pi-b* в отечественные, высокопродуктивные сорта риса.

2. Провести оценку созданного селекционного материала на наличие в генотипе вышеуказанных генов методом ПЦР.

3. Разработать системы мультиплексной ПЦР для идентификации в гибридном потомстве одновременно несколько выше указанных генов.

4. Оценить созданный селекционный материал по комплексу количественных признаков в условиях вегетационного и полевого опытов.

5. Выполнить фитопатологический тест для оценки созданного селекционного материала на устойчивость к Краснодарской популяции патогена.

### МЕТОДИКА

В качестве доноров переносимых генов устойчивости (отцовская форма) использовали линии зарубежной селекции С101-А-51 (донор гена *Pi-2*), С101-Лас (донор генов *Pi-1*, *Pi-33*), IR-36 (донор гена *Pi-ta*), BL-1

(донор гена *Pi-b*). Предварительная оценка линий-доноров на чувствительность к местной популяции возбудителя пирикулярриоза, путём инокуляции растений риса культурой гриба, показала устойчивость тестируемых линий. Однако в условиях юга России данные линии-доноры проявили себя как позднеспелые, с вегетационным периодом 140–155 дней и характеризовались низкой фертильностью. В местной зоне рисосеяния возможно возделывание сортов, созревающих не более чем за 125 дней.

Материнской формой послужили высокопродуктивные районированные сорта риса Флагман и Снежинка.

При гибридизации растений использовали пневмокастрацию материнских форм и опыление «ТВЕЛЛ» — методом [2].

Из листовой пластинки гибридных растений ВС-популяций всех комбинаций были выделены образцы ДНК СТАВ-методом с модификациями [7]. Экстракцию ДНК проводили буфером следующего состава: 1М Tris-HCl (pH 7.5), 5М NaCl, 0.5М EDTA (pH 8.0), 10% SDS. Часть листа (2–3 см) растирали в 500 мкл экстрагирующего буфера в пластиковой пробирке объемом 1,5 мл. Образцы инкубировали при 65° С в течение 3 часов. Затем охлаждали до комнатной температуры. Супернатант отделяли центрифугированием при 12000 об/мин. К перенесенной в чистую пробирку верхней фазе добавляли 250 мкл изопропанола, оставляли на 10 минут, предварительно перемешав. После этого образец центрифугировали 5 минут при 12000 об/мин, полученный осадок промывали 250 мкл 70% этанола, высушивали и растворяли в 50 мкл 0,1\*TE. В ПЦР смесь добавляли по 3 мкл раствора ДНК, выделенного данным методом.

ПЦР проводили по стандартной методике, но с предварительной оптимизацией её параметров.

При подборе комбинаций молекулярных маркеров, вносимых в реакцию смесь, учитывали их температуру отжига; разницу в размерах ПЦР-продуктов, синтезируемых в ходе амплификации с праймерными парами и самокомплементарность их последовательностей.

В ПЦР смесь вносили как смесь ДНК сортов-стандартов с целевыми генами устойчивости, так и ДНК гибридных образцов, несущих комбинацию генов *Pi-1+Pi-2*, *Pi-33+Pi-ta*, *Pi-ta+Pi-b*.

На начальном этапе нами были апробированы ДНК-маркеры на два гена *Pi-1+Pi-2* (рис. 1), *Pi-33+Pi-ta* (рис. 2), *Pi-ta+Pi-b* (рис. 3) резистентности к патогену. Для идентификации генов *Pi-1*, *Pi-2*, использовали известные из литературных источников праймерные пары фланкирующих микросателлитных SSR-маркеров RM224+ RM527+SSR140 (сиквенс праймерных пар доступен на сайте gmapene.com). Для идентификации генов *Pi-33+Pi-ta* использовали праймерные пары фланкирующих микросателлитных SSR-маркеров RM310+RM72 + праймерные пары кодоминантного SSR — маркера PitaF1/PitaR1 и PitaF2/PitaR2, созданного в нашей лаборатории [8]. Для идентификации генов

*Pi-ta+Pi-b* — праймерные пары кодоминантного SSR — маркера PitaF1/PitaR1 и PitaF2/PitaR2 + праймерные пары кодоминантного SSR — маркера Pib4, Pib5 и Pib6, также созданного в нашей лаборатории [9, 10].

Мультиплексную ПЦР проводили с 40–50 нг ДНК, 0,1 μM dNTPs, 25mM KCL, 60 mM Tris-HCL (pH 8,5), 0,1% Тритон X-1006 10 mM 2-меркаптоэтанол, 1,5 mM MgCL2, 1 единица Taq-полимеразы и 0,3 μM праймеров в конечном объёме 25 мкл. Амплификацию осуществляли в ДНК-амплификаторе «Терцик», оптимизировав при этом условия ПЦР. Это позволяет получать высокий выход целевых амплифицированных фрагментов наряду с минимальным количеством неспецифичных амплификатов: 1) Начальная денатурация — 5 минут при 94°С — 1 цикл. 2) 35 циклов: денатурация — 35 сек при 94°С; отжиг праймеров 45 сек при 60° С; синтез 30 сек при 72°С. 3) Синтез 5 мин при 72°С — 1 цикл.

При электрофорезе использовали 8%-ный полиакриламидный гель. После электрофореза гелевые пластины помещали на 20–30 минут в раствор бромистого этидия (5 мкг/мл) и фотографировали в ультрафиолетовом свете.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе использования технологии ДНК-маркерной селекции (marker assisted selection — MAS — селекция с применением ДНК маркеров к генам интереса) нами проведено введение генов устойчивости к пирикулярриозу *Pi-ta*, *Pi-b*, *Pi-1*, *Pi-2*, *Pi-33* в высокопродуктивные отечественные сорта риса (Флагман и Снежинка), адаптированные к агроклиматическим условиям рисосеяния юга России. Эта стратегия была использована нами для придания этим сортам длительной устойчивости к заболеванию.

Серия проведенных скрещиваний и отборов позволила получить гомозиготные линии риса на основе сортов Флагман и Снежинка с пирамидированными генами устойчивости к пирикулярриозу *Pi-1*, *Pi-2*, *Pi-33*, *Pi-ta*, *Pi-b* (рис. 1–3). В течение всех циклов возвратных скрещиваний перенос доминантных аллелей каждого гена в потомстве контролировался тесно сцепленными молекулярными маркерами. Растения, в генотипе которых аллели устойчивости не обнаруживали, выбраковывали.

Для повышения экономической эффективности маркерной селекции при проведении ПЦР-анализа нами разработана система мультиплексной (мультипраймерной) ПЦР, позволяющая определять одновременно последовательности двух генов *Pi-1+Pi-2*, *Pi-33+Pi-ta* и *Pi-ta+Pi-b* (рис. 1–3) резистентности к *Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr в геномной ДНК гибридных растений при постановке одной реакции. Это существенно снижает себестоимость анализов в количестве раз, равное количеству идентифицируемых генов за одну реакцию.

На рисунке 1 представлены результаты апробации комбинации пар праймеров, фланкирующих маркерные участки целевых генов *Pi-1* и *Pi-2*.

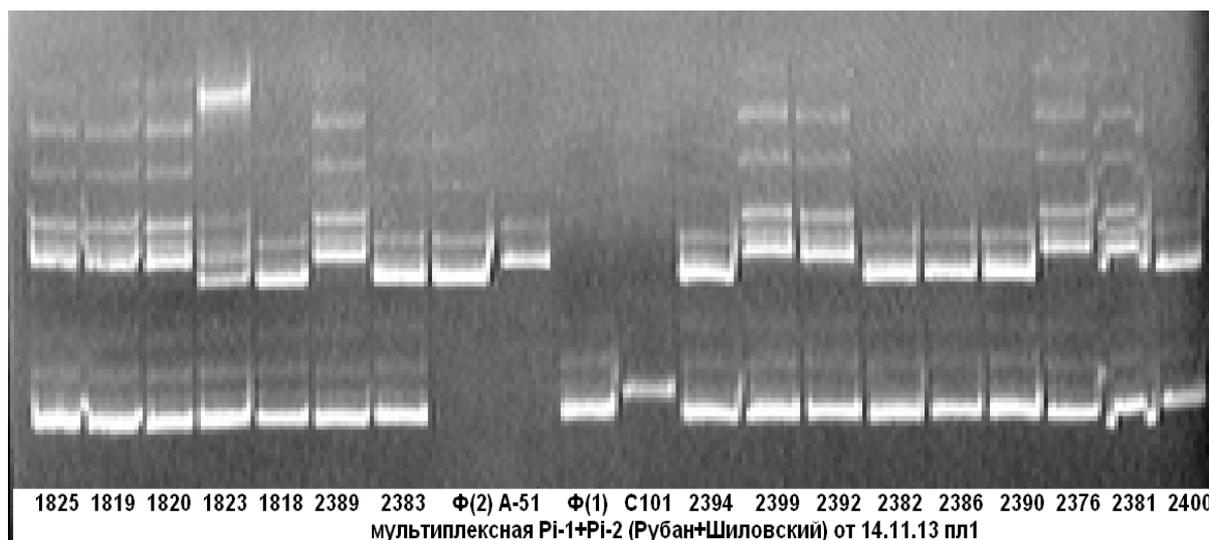


Рис. 1. Мультиплексная ПЦР на гены устойчивости к пирикулярриозу *Pi-1+Pi-2*

Примечание: 1825–2400 — гибридные растения; *C101* — линия С101Лас-донор гена *Pi-1*; *A-51* — линия С101А-51-донор гена *Pi-2*;  $\Phi$  — сорт Флагман.

Из электрофореграммы видно, что образец под № 2400 несёт доминантную аллель гена устойчивости к пирикулярриозу *Pi-1*, все остальные анализируемые образцы на ген *Pi-1* несут аллель материнской формы (сорт Флагман); у образцов под № № 1825–1820, 2389, 2399, 2392, 2376, 2381 несущих доминантную аллель гена устойчивости к пирикулярриозу *Pi-2*, присутствует специфичный для неё ПЦР-продукт. Чёткость идентификации на электрофореграмме даёт возможность безошибочно определить наличие доминантных аллелей целевых генов.

На рисунке 2 представлены результаты мультиплексной ПЦР на присутствие в одном генотипе одновременно двух генов устойчивости к пирикулярриозу *Pi-33+Pi-ta*.

Из электрофореграммы видно, что у образцов под № № 1838, 1843 и 2370, несущих доминантные аллели генов устойчивости к пирикулярриозу *Pi-33* и *Pi-ta*, присутствует специфичный для них ПЦР-продукт.

На рисунке 3 представлены результаты ПЦР-анализа на наличие в этих же анализируемых гибридных образцах гена *Pi-b*.

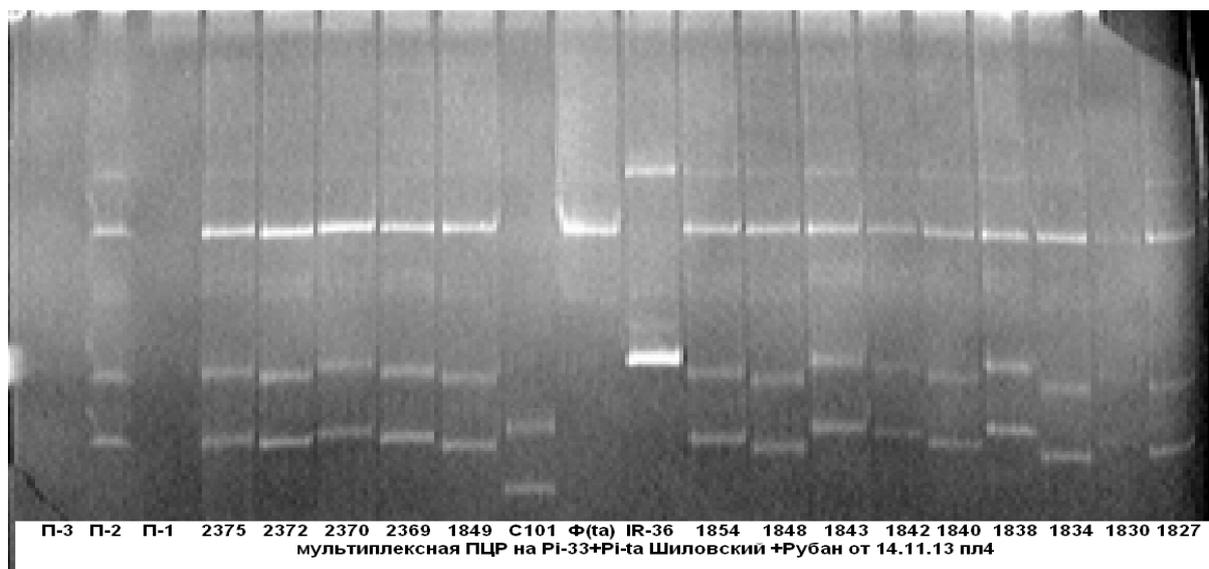


Рис. 2. Мультиплексная ПЦР на гены устойчивости к пирикулярриозу *Pi-33+Pi-ta*

Примечание: 1827.....2375 — гибридные растения; *C101* — линия С101Лас — донор гена *Pi-33*; *IR-36* — линия IR-36-донор гена *Pi-ta*;  $\Phi$  — сорт Флагман.

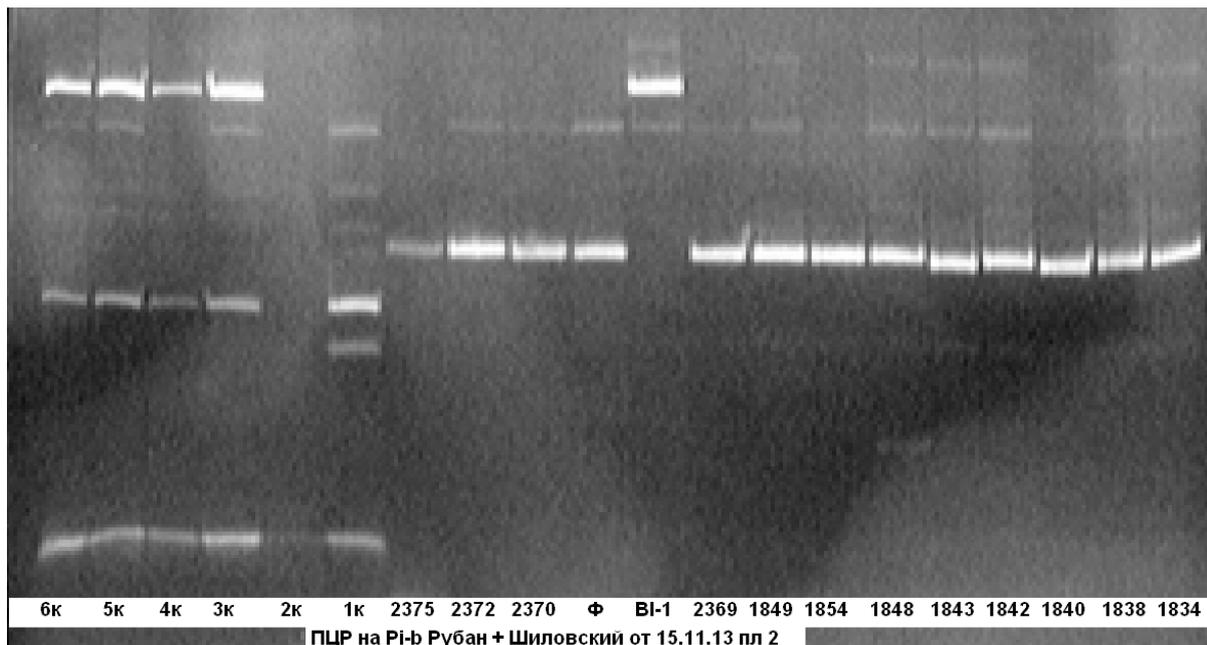


Рис. 3. ПЦР на ген устойчивости к пирикулярриозу *Pi-b*

Примечание: 1834.....6к — гибридные растения; *Bl* — линия BL-1 — донор гена *Pi-b*; Ф — сорт Флагман.

Из электрофореграммы видно, что анализируемые гибридные образцы №№1к — 6к несут доминантную аллель гена *Pi-b*, остальные образцы несут аллель материнской формы.

В ходе дальнейшей работы нами была апробирована и отобрана комбинация праймерных пар на гены *Pi-ta+Pi-b* (рис. 4, 5).

Из рисунков 4, 5 видно, что анализируемые гибридные образцы №№18 и 60 несут доминантную аллель генов *Pi-ta* и *Pi-b*. Чёткость идентификации на электрофоре-

грамме даёт возможность безошибочно определить наличие доминантных аллелей целевых генов.

Разработанная мультиплексная технология идентификации одновременно нескольких генов устойчивости к пирикулярриозу внедрена нами в систему маркерной селекции риса по созданию резистентных к патогену генресурсов риса.

В текущем 2013 году в условиях полевого опыта на рисовой оросительной системе ВНИИ риса лабораторией защиты риса был проведен фитопатологический тест полученных линий с пирамидированными генами устой-

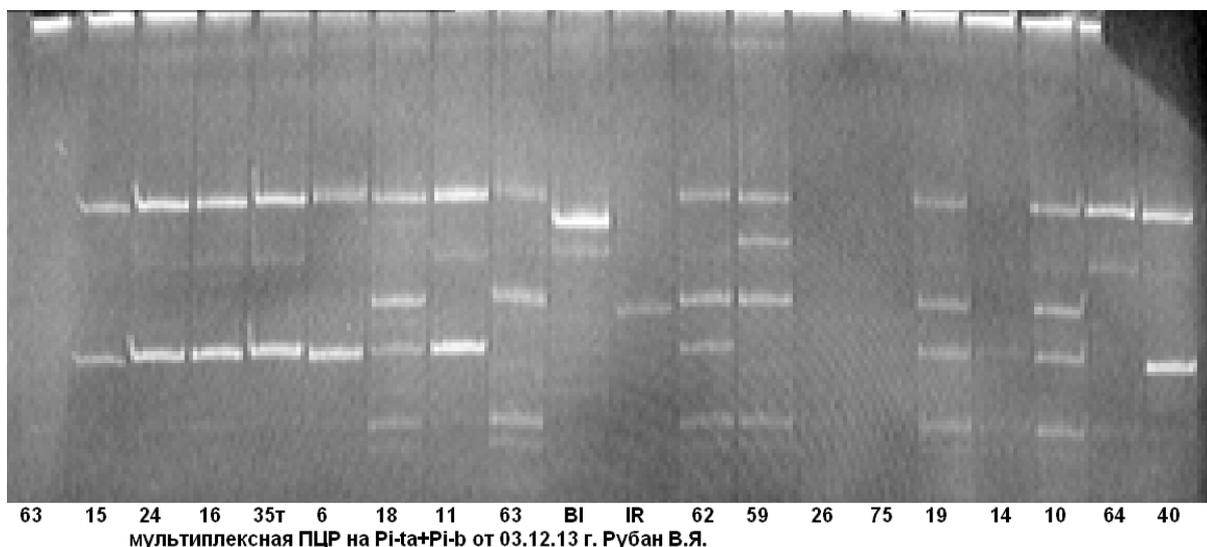


Рис. 4. Мультиплексная ПЦР на гены устойчивости к пирикулярриозу *Pi-ta+Pi-b*

63.....40 — гибридные растения; *Bl* — линия Bl-1 — донор гена *Pi-b*; *IR* — линия IR-36-донор гена *Pi-ta*.

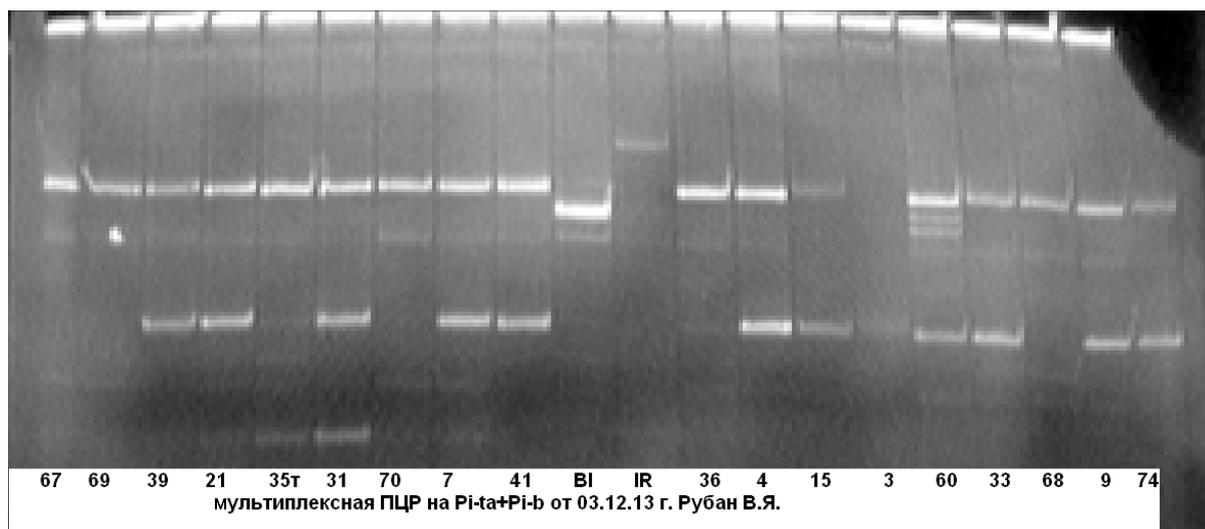


Рис. 5. Мультиплексная ПЦР на гены устойчивости к пирикулярриозу *Pi-ta+Pi-b*

Примечание: 67.....74 — гибридные растения; *Bl* — линия *Bl-1* — донор гена *Pi-b*; *IR* — линия *IR-36*-донор гена *Pi-ta*.

чивости к пирикулярриозу *Pi-1*, *Pi-2*, *Pi-33*, *Pi-ta*, *Pi-b*. Инокуляцию растений проводили культурой гриба, выделенной из гербарного материала, собранного на полях Краснодарского края при  $10^5$  конидий/мл, что соответствует 10–14 спорам в поле зрения микроскопа.

Растения заражали в полевых условиях инфекционного питомника в фазы кущение, вымётывание — цветение из расчёта 0,5 мл на одно растение. При обработке использовали опрыскиватель. В суспензию добавляли прилипатель Квин из расчёта 1 капля на литр воды. В качестве контроля использовали устойчивый сорт риса Авангард. Учёт степени поражения растений проводили на 14 день после инокуляции.

Оценку осуществляют, учитывая два показателя: тип реакции (в баллах), используя при этом десятибалльную шкалу Международного института риса [11]; интенсивность развития болезни ИРБ (в процентах), согласно экспресс-методу оценки сортовой устойчивости риса к пирикулярриозу [11]:

— устойчивые — 0–1 баллов — отсутствие поражения, мелкие коричневые пятна, покрывающие менее 25% общей поверхности листьев;

— среднеустойчивые — 2–5 баллов — типичные пирикулярриозные пятна эллиптической формы, 1–2 см длиной, покрывающие 25,1–50% общей поверхности листьев;

— неустойчивые — 6–10 баллов — типичные пирикулярриозные пятна эллиптической формы, 1–2 см длиной, покрывающие 50,1 и более % общей поверхности листьев.

Результаты фитопатологического теста, проведенного в рамках программы интродукции генов *Pi-1*, *Pi-2*, *Pi-33*, *Pi-ta*, *Pi-b* в отечественные сорта риса Флагман и Снежинка представлены в таблице 1.

Для селекции риса на современном этапе желательным является низкорослый тип растений, с высокой интенсивностью первоначального роста, устойчивый к полеганию, с высокопродуктивной метёлкой и неосыпающимися в фазу полной спелости колосками. Среди растений, которые по ре-

Таблица 1. Результаты фитопатологического теста, проведенного в рамках программы интродукции генов *Pi-1*, *Pi-2*, *Pi-33*, *Pi-ta*, *Pi-b* в отечественные сорта риса в 2013 г.

Образец	Интенсивность развития пирикулярриоза, %		Степень устойчивости
	Введённые гены устойчивости к пирикулярриозу	ИРБ, %	
1362 дл	<i>Pi-2</i> , <i>Pi-ta</i>	7,0	устойчив
1360	<i>Pi-b</i>	12,2	устойчив
2646–154	<i>Pi-2</i>	13,3	устойчив
1344	<i>Pi-2</i> , <i>Pi-b</i>	15,6	устойчив
1363	<i>Pi-b</i> , <i>Pi-ta</i>	15,6	устойчив
1364	<i>Pi-b</i>	15,6	устойчив
2661–575	<i>Pi-2</i> , <i>Pi-b</i>	16,7	устойчив
1359	<i>Pi-2</i> , <i>Pi-b</i> , <i>Pi-ta</i>	17,8	устойчив
1345	<i>Pi-2</i> , <i>Pi-b</i>	17,8	устойчив

зультатам ДНК-анализа, несли пирамидированные гены и при фитопатологической оценки на резистентность к патогену показали себя как устойчивые и среднеустойчивые, было отобрано несколько форм, совмещающих в себе скороспелость, низкорослость, неосыпаемость и фертильность колосков. Они были вовлечены в работу по схеме селекционного процесса и в 2013 году прошли испытание по комплексу признаков в контрольном питомнике.

Работа продолжается.

## ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований с помощью современных биотехнологических методов (молекулярное маркирование на основе ПЦР) в сочетании с традиционной селекцией в короткие сроки получены

линии риса, в генотипе которых собрано три эффективных генов резистентности к пирикулярриозу (Pi-2, Pi-b, Pi-ta), (Pi-2, Pi-b, Pi-33). Проведенная фитопатологическая оценка показала их устойчивость к патогену. Внедрение таких сортов в производство позволит избежать эпифитотийного развития болезни, сохранить биологическую урожайность риса и получать экологически чистую сельхозпродукцию.

2. Разработана схема мультиплексной ПЦР идентификации одновременно двух генов устойчивости в пирикулярриозу: *Pi-1 + Pi-2*, *Pi-33 + Pi-ta*, *Pi-ta + Pi-b*. Её использование позволит значительно сократить затраты расходных материалов и время на выполнение анализа образцов с указанными пирамидированными генами резистентности к патогену, что повышает экономическую эффективность ДНК-маркерной селекции.

## Литература:

1. Зеленский, Г.Л. Перспективы создания сортов риса с высокой продуктивностью и адаптивными качествами // Рисоводство. — 2003 г. — №3., с. 11.
2. Зеленский, Г.Л. Селекция сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу, рисовой листовой нематоды и бактериальному ожогу в условиях Российской Федерации // Автореферат диссертации на соискание ученой степени д. с.-х. наук. — Краснодар. — Тип. КубГАУ. — 1993. — 49 с.
3. Дьяков, Ю. Т., Озерецковская О.Л., Джавахия В.Г., Багирова С. Ф.//
4. Общая и молекулярная фитопатология. Москва. «Общество фитопатологов». — 2001. 301 с.
5. Хавкин, Э.Е. Молекулярная селекция растений: ДНК-технологии создания новых сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. — 2003. — №3. — с. 26–41.
6. Коваленко, Е.Д., Горбунова Ю.В., Ковалева А.А. и др. Методические указания по оценке устойчивости сортов риса к возбудителю пирикулярриоза. — М., 1988. — 30 с.
7. Коломиец, Т.М. Отбор исходного материала риса для селекции на иммунитет к пирикулярриозу // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — Голицыно, 1990. — 21 с.
8. Murray, M. G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA/Murray M. G., Thompson Genomt. — V. 40. — p. 379–378.
9. Мухина, Ж.М., Токмаков С.В., Мягких Ю.А., Дубина Е.В. Создание внутригенных молекулярных маркеров риса для повышения эффективности селекционного и семеноводческого процессов.// Полиматический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. — 2011 — №67 (03).
10. Мухина, Ж.М., Коломиец Т.М., Волкова С.А., Дубина Е.В., Супрун И.И., Токмаков С.В., Мягких Ю.А. Создание внутригенных ДНК-маркеров и их использование в практической селекции риса // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2009. — №3 (22), Краснодар. — с. 63–67.
11. Ж.М. Мухина, Т. Коломиец, С.А. Волкова, Е.В. Дубина, И.И. Супрун, С.В. Токмаков, Ю. Мягких. Создание внутригенных ДНК-маркеров и их использование в практической селекции риса // Сб. Пятого Международного конгресса. — Москва, 2009. — с. 261.
12. Лабораторный экспресс-метод оценки сортовой устойчивости риса к пирикулярриозу. А.А. Аверьянов, В.П. Лапикова, Г.Г. Петелина. — Большие Вяземы: ВНИИФ, 1990. — 12 с.

## Особенности морфологической гетерогенности каллусных тканей хлопчатника казахстанской селекции

Ертаева Бахыт Ертаевна, докторант;  
Амирова Айгуль Кузембаевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник;  
Бишимбаева Назира Козыкеевна, заведующий лабораторией  
Институт биологии и биотехнологии растений КН МОН РК (г. Алматы)

*Выявлены особенности морфологической гетерогенности и метаморфоза каллусных тканей хлопчатника. Идентифицирован универсальный для различных генотипов и морфогенетически стабильный при субкультивировании серовато-белый тип каллуса.*

**Ключевые слова:** хлопчатник, каллусные ткани, эмбриогенные ткани.

## The features of morphological heterogeneity and metamorphosis of Kazakh cotton callus tissues

Yertayeva B. E., Amirova A. K., Bishimbaeva N. K.  
Institute of Plant Biology and Biotechnology CS MES RK (Almaty)

*The features of morphological heterogeneity and metamorphosis of cotton callus tissues have been clarified. The universal for different genotypes and stable during subculture morphogenetically grayish-white calli type was identified.*

**Keywords:** cotton, callus tissue, embryogenic tissue.

Хлопчатник является важнейшей сельскохозяйственной культурой, имеющей экспортное значение [1]. Важной проблемой, сдерживающей разработку и широкое использование клеточных технологий для генетического улучшения хлопчатника, является существенная зависимость процесса регенерации растений в культуре тканей *in vitro* от исходного генотипа. Высокая способность к регенерации растений в культуре тканей хлопчатника ограничиваются, в основном, двумя — тремя сортами разновидности Coker, которые зачастую не являются коммерчески важными. В связи с этим, важной проблемой биотехнологий растений является разработка методов регенерации растений *in vitro*, пригодных для коммерчески ценных генотипов [2, 3]. В частности, проблема разработки клеточных технологий актуальна и для казахстанских сортов хлопчатника. Основной причиной, обуславливающей зависимость процессов регенераций от генотипа, является недостаток знаний о закономерностях процессов морфогенеза и регенерации растений универсальных для различных генотипов.

### Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили районированные сорта хлопчатника казахстанской селекции — Мактаарал-4003, Мактаарал-4005, Мактаарал-4006, Мактаарал-4007, Мактаарал-4011, Мактаарал-4019, Пахтаарал-3044. При проведении экспериментов с культурой тканей руководствовались общими методическими при-

емами, описанными Ф.Л. Калининным с соавторами [4]. Постоянные гистологические препараты готовили по З.П. Паушевой [5]. Препараты изучали и фотографировали на микроскопе «Leika». Все эксперименты проводились в 3-х повторностях.

### Результаты и обсуждения

В первичной культуре каллусов, полученных из семядолей и гипокотилей семи отечественных сортов хлопчатника, идентифицировано 3 типа тканей: I — серовато-белый рыхлый морфогенный; II — белый матовый плотный неморфогенный; III — бурый неморфогенный. Все типы первичных каллусов образовались через 35–45 дней культивирования эксплантов на среде Мурасиге и Скуга (МС) с 0,1 мг/л 2,4-Д, 0,5 мг/л кинетина и 3% сахарозы. Серовато-белый рыхлый морфогенный каллус (I тип) отобран нами для исследований, другие два типа первичных каллусов II и III типы оказались морфологически не перспективными. В процессе субкультивирования I типа ткани происходит метаморфоз первичного каллуса с образованием серовато-белого глобулярного морфогенного каллуса (IV тип) и полупрозрачного желтоватого рыхлого эмбриогенного каллуса (V тип). IV тип ткани получен при субкультивировании серовато-белых рыхлых каллусов I типа в течение двух пассажей (60–70 дней) на среде МС с удвоенной концентрацией макроэлементов, 1,0 мг/л 2,4-Д, 0,01 мг/л кинетина, 1000 мг/л гидролизата казеина (ГК), 500 мг/л пролина и 3% маль-

тозы [6, 7]. Полупрозрачный желтоватый рыхлый эмбриогенный каллус (V тип) образуется при субкультивировании I типа ткани в течение 2-х последовательных пассажей (60–70 дней) на среде МС с удвоенной концентрацией  $KNO_3$  и 3% мальтозы. В последующем из IV типа ткани получен матовый белый каллус (VI тип) и зеленый плотный эмбриогенный каллус (VII тип) при субкультивировании IV типа ткани в течение 35–40 дней на среде МС с 1,0 мг/л 2,4-Д, 0,01 мг/л кинетина, 1000 мг/л гидролизата казеина (ГК), 500 мг/л пролина и 3% мальтозы образуется матовый белый каллус (VI тип). Зеленые плотные эмбриогенные каллусы (VII типа) получены путем субкультивирования каллусов IV типа в течение двух пассажей согласно протоколу Kumria и др. [8]. Таким образом, выделен морфогенетически перспективный и универсальный для различных генотипов хлопчатника тип ткани — серовато-белый рыхлый каллус (I тип), который оказался отзывчивым на изменение состава питательной среды и способствовал получению различных морфологических типов тканей.

Изучение постоянных гистологических препаратов позволило выявить, что серовато-белый морфогенный каллус (I тип) в центральной части ткани состоит из плотно упакованных паренхимных клеток, на пери-

ферии — из обособленных друг от друга удлиненных клеток и клеток сферической формы. Каллус IV типа состоит из меристематических комплексов, крупных удлиненных и овальных каллусных клеток и одиночных округлых, компетентных к эмбриогенезу клеток. В IV типе каллуса имеются одиночные эмбриогенные клетки, проэмбриониды не обнаружены, т.е. не происходит деление компетентных клеток. Рыхлые эмбриогенные полупрозрачные желтоватые каллусы (V тип) состоят из одиночных эмбриогенных клеток, 2-х, 3-х 4-х клеточных проэмбрионидов, предглобул, глобул. Матовый белый эмбриогенный каллус (VI тип) состоит из одиночных эмбриогенных клеток с общей каллозной оболочкой, 2-х, 3-х и 4-х клеточных проэмбрионидов, эмбриогенных клеточных комплексов (ЭКК), гигантских округлых и удлиненных каллусных клеток. Плотные эмбриогенные каллусы зеленого цвета (VII тип) состоят из ЭКК, удлиненных клеток, компетентных клеток и соматических зародышей на стадии инициации первых клеточных делений (проэмбриониды). Таким образом, выяснены особенности морфологической гетерогенности каллусных тканей хлопчатника и идентифицирован наиболее стабильный и морфогенетически перспективный и универсальный для различных генотипов серовато-белый рыхлый тип каллуса (I тип).

#### Литература:

1. Умбетаев, И. И. Технология возделывания отечественных сортов хлопчатника — Алматы. — 2005. — 235 с.
2. Smith, R.H., Smith J.W., Park S.H. Cotton Transformation: Successes and Challenges/Liang G.H., Skinner D.Z. Genetically modified crops. Their development, uses and risks //Food Products Press, New York. — 2004. — P. 247–257.
3. Zapata, C., Park S.H., El-Zik K.M., Smith R.H. Transformation of a Texas cotton cultivar by using Agrobacterium and the shoot apex //Theoretical and Applied Genetics, 1999. — V. 98. — P. 252–256.
4. Калинин, Ф.Л., Сарнацкая В.В., Полищук В.Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. — Киев: Науково думка. — 1980. — 407 с.
5. Паушева, З.П. Практикум по цитологии растений — М.: «Агропромиздат». — 1988. — 272 с.
6. Амирова, А.К., Бишимбаева Н.К. Влияние 2,4-Д на процесс соматического эмбриогенеза в длительно культивируемых каллусных тканях пшеницы //Биотехнология. Теория и практика, 2004. — №3. — с. 42–47.
7. Vasil, I.K. Developing cell and tissue culture systems for the improvement of cereal and grass crops //J. Plant Physiol., 1987. — V. 128. — P. 193–218.
8. Kumria, R., Sunnichan V.G., Das D.K., Gupta S.K., Reddy V.S., Bhatnagar R.K., Leelavathi S. High-frequency somatic embryo production and maturation into normal plants in cotton (*Gossypium hirsutum*) through metabolic stress //Plant Cell Rep., 2003. — V. 21. — P. 635–639.

## Защита озимой пшеницы от фузариозной корневой гнили на основе применения бактериальных биопрепаратов

Жевнова Наталья Андреевна, аспирант;

Томашевич Наталья Сергеевна, младший научный сотрудник;

Асатурова Анжела Михайловна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*В работе приведены данные о влиянии опытных образцов биопрепаратов на основе новых штаммов *B. subtilis* BZR 336g и *B. subtilis* BZR 517 на снижение вредоносности фузариозной корневой гнили на озимой пшенице в лабораторных и полевых условиях. Представлено экономическое обоснование целесообразности применения новых биопрепаратов в полевых условиях.*

**Ключевые слова:** биопрепарат, биологическая эффективность, фузариозная корневая гниль, озимая пшеница, *B. subtilis*.

## Protection of winter wheat from Fusarium root rot based on the use of bacterial biopreparations

Zhevnova N. A., Tomashevich N. S., Asaturova A. M.

Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection Russian Academy of Agricultural Sciences»

*In this paper presents the data on the impact of test samples biopreparations based on new strains of *B. subtilis* BZR 336g and *B. subtilis* BZR 517 at reducing harmfulness of Fusarium root rot of winter wheat in laboratory and field conditions. Given the economic rationale for the use of new biopreparations in the field.*

**Keywords:** biological product, biological efficiency, root rot, winter wheat, *B. subtilis*.

Кризисные явления в сельскохозяйственном производстве обусловлены, в том числе, массовым развитием и распространением грибов рода *Fusarium*. Болезни растений, вызываемые этими грибами, приводят к значительным потерям урожая, снижению качества зерна и накоплению в нем микотоксинов опасных для теплокровных животных и человека [1, 2, 3]. В связи с этим особое значение приобретает использование экологически безопасных и экономически оправданных приемов защиты растений от возбудителей болезней, одним из которых является применение биопрепаратов на основе живых культур микроорганизмов.

Цель работы — определить биологическую и экономическую эффективность применения новых биопрепаратов на основе штаммов *B. subtilis* BZR 336g и *B. subtilis* BZR 517 для защиты озимой пшеницы от возбудителей фузариозных корневых гнилей.

В лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ ВНИИБЗР были разработаны опытные образцы биопрепаратов на основе штаммов *B. subtilis* BZR 336g [4] и *B.*

*subtilis* BZR 517 [5] для защиты озимой пшеницы от фузариозной корневой гнили.

Эффективность применения опытных образцов биопрепаратов определяли в лабораторных и полевых условиях. Лабораторная оценка биологической эффективности проводилась на фоне искусственного заражения озимой пшеницы сорта Батько грибом *Fusarium graminearum* Schwabe из коллекции ФГБНУ ВНИИБЗР в камере непрерывного роста растений [6]. В данном опыте применялась однократная предпосевная обработка семян опытными образцами биопрепаратов и их смесями в различных соотношениях. Биологическую эффективность против корневых гнилей в полевых условиях определяли на экспериментальной базе ВНИИБЗР в условиях стационарного севооборота на естественном фоне поражения озимой пшеницы сорта Калым. На ряду с предпосевной обработкой применялась двукратная обработка вегетирующих растений пшеницы против листовых пятнистостей [7]. На основании полученных данных была рассчитана экономическая эффективность применения опытных образцов.

Биологическая эффективность применения опытных образцов биопрепаратов на фоне искусственного заражения (развитие и распространение в контроле — 68,4 и 100% соответственно) составила от 24,7% до 37,7% при эффективности химического эталона Кинто Дуо, КС — 38,9% и биологического эталона Фитоспорин — М, Ж — 28,9%. В полевых условиях данный показатель варьировал в зависимости от количества инфекционного начала и погодных условий. Биологическая эффективность на фоне естественного поражения корневыми гнилями в 2013 гг. составила 10,0–44,2% (развитие болезни 57,1%), в 2014 гг. — 17,2–25,5% (развитие болезни 36,1%).

Помимо биологической эффективности, биопрепарат должен обеспечивать сохранение урожая, а его применение должно быть экономически оправданным. Так, по результатам полевых испытаний 2013 г. величина сохраненного урожая при обработке опытными образцами биопрепаратов составила 25,0–48,0%, при обработке химическим эталоном (Раксил, КС) — 13,9%. Рента-

бельность применения биопрепаратов составила от 72 до 185%, при рентабельности химического эталона 10%. Величина сохраненного урожая при обработке опытными образцами в 2014 г. составила от 4,9 до 11,9%, при обработке химическим эталоном (Раксил, КС) — 1,7%, при обработке биологическим эталоном (Фитоспорин — М, Ж) — 7,5%. Рентабельность применения биопрепаратов составила от 32 до 53%, при рентабельности химического эталона 0 и биологического эталона 36%. Данные показатели варьировали в зависимости от климатических условий и предшествующей сельскохозяйственной культуры: подсолнечник в 2013 г. и люцерна в 2014 г.

Таким образом, проведенные лабораторные испытания и полевые опыты 2012–2014 гг. выявили, что образцы новых биопрепаратов на основе штаммов *B. subtilis* обеспечивают эффективную и экономически оправданную защиту семян и проростков озимой пшеницы в лабораторно-полевых условиях, что делает их перспективными для использования в сельскохозяйственной практике.

#### Литература:

1. Пирязева, Е.А. Распространенность грибов рода *Fusarium* Link, поражающих зерно хлебных злаков в различных регионах Восточной Сибири/Пирязева Е.А., Малиновская Л.С. // Проблемы Ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — 2009. — №2. с. 14–19.
2. Бородин, С.Г., Котлярова И.А., Терещенко Г.А. распространение возбудителей фузариоза в Краснодарском крае // АгроXXI. — 2002. — №4. — с. 16–17.
3. Berek, L., I. B. Petri, A. Mesterhazy, J. Teren, J. Molnar Effects of mycotoxins on human immune functions in vitro // Toxicol. in vitro. — 2001. № — 15. С: 25–30.
4. Положительное решение о выдаче патента РФ от 27.02.2015 г. по заявке на патент РФ №2013151377 от 20.11.2013 Штамм бактерий *Bacillus subtilis* BZR 336g для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов./Асатунова А. М., Дубяга В. М.; Заявл. 20.11.2013
5. Положительное решение о выдаче патента РФ от 27.02.2015 г. по заявке на патент РФ №2013151375 от 20.11.2013 Штамм бактерий *Bacillus subtilis* BZR 517 для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов./Асатунова А. М., Дубяга В. М.; Заявл. 20.11.2013
6. Дякунчак, С.А., Остроух С. А. Лабораторный метод оценки огурцов на устойчивость к фузариозу // Картофель и овощи. 1998. — №5. — с. 31.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.:Агропромиздат, 1985. — 351 с.

## «Зерокс»: новый бактерицид и фунгицид широкого спектра действия на основе коллоидного серебра

Жеребин Павел Михайлович, специалист, соискатель<sup>1</sup>

Крутяков Юрий Андреевич, кандидат химических наук, старший научный сотрудник<sup>1</sup>

Кудринский Алексей Александрович, кандидат химических наук, научный сотрудник<sup>1</sup>

Климов Алексей Игоревич, аспирант<sup>1</sup>

Еланский Сергей Николаевич, доктор биологических наук, старший научный сотрудник<sup>2</sup>

Побединская Марина Александровна, ведущий специалист<sup>2</sup>

Игнатов Александр Николаевич, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Химический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова

<sup>2</sup> Биологический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

<sup>3</sup> Российская академия наук, Центр «Биоинженерия», группа молекулярной фитопатологии

*«Зерокс» — новый фунгицидный и бактерицидный препарат широкого спектра действия против фитопатогенных грибов, оомицетов и бактерий, действующим веществом которого являются наноразмерные частицы серебра, поверхностно модифицированные экологически безопасным биоразлагаемым амфотерным поверхностно-активным веществом.*

**Ключевые слова:** фунгициды, антибиотики, болезни картофеля, наночастицы серебра, бактериозы растений, резистентность.

## Zerxxe®: a new fungicide and bactericide product with a broad spectrum of activity, based on colloidal silver

Zherebin P. M. <sup>1,4</sup>, Elansky S. N. <sup>2</sup>, Pobedinskaya M. A. <sup>2</sup>, Ignatov A. N. <sup>3</sup>, Klimov A. I. <sup>1</sup>, Kudrinsky A. A. <sup>1</sup>, Krutyakov Yu. A. <sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Chemistry

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology

<sup>3</sup> Centre «Bioengineering», Russian Academy of Sciences

<sup>4</sup> Nanobiotech LLC

*Zerxxe® is a new fungicide and bactericide product with a broad spectrum of activity against phytopathogenic fungi, oomycetes and bacteria. An active substance of Zerxxe® is silver nanoparticles modified with environmentally friendly biodegradable amphoteric surfactant.*

**Keywords:** fungicides, antibiotics, potatoes diseases, silver nanoparticles, bacteriosis of plants, resistance.

В последние годы наблюдается массовое развитие заболеваний растений, вызываемых обладающими повышенной устойчивостью к фунгицидам штаммами патогенных грибов и фитопатогенными бактериями, на которых доступные на российском рынке пестициды практически не действуют. Одной из главных причин сложившейся ситуации состоит в активном использовании новых технологий химической защиты растений, а именно — в переходе на новые узкоспециализированные, менее токсичные и экологически безопасные фунгициды. Такие препараты действуют на очень небольшую группу патогенов (например, металаксил действует только на оомицеты, и не действует на грибы; дифеноконазол, напротив, эффективен против грибов — аскомицетов, но не действует на грибы-базидиомицеты и на оомицеты), что ведет к массовому размножению неспецифических для фунгицида организмов, каковыми являются, в том числе, и фитопатогенные бактерии. Кроме того, мишени действия подобных фунгицидов очень узки, что приводит к лег-

кому появлению устойчивых штаммов. Распространению бактериозов также способствует и то обстоятельство, что на сегодняшний момент не зарегистрировано ни одного эффективного бактерицида для борьбы с болезнями растений.

В середине прошлого века применяли препараты широкого спектра действия, и они показывали хорошую эффективность. Так, до сих пор не выявлено устойчивых штаммов грибов к дитиокарбаматам, из которых до сих пор используют манкоцеб и цинеб. Однако многие старые препараты оказались нетехнологичны в применении, токсичны или канцерогенны для людей и животных и небезопасны в экологическом плане, в связи с чем их производство уже прекращено или планируется к прекращению. В наше время необходима разработка нового типа препаратов, отличающихся высокой эффективностью против широкого спектра грибных и бактериальных патогенов, малой вероятностью появления устойчивых штаммов, низкой токсичностью для людей и животных, безопасно-

стью для окружающей среды. Перспективным действующим веществом для подобных препаратов является коллоидное серебро, сочетающее высокую бактерицидную и фунгицидную [1,2] активность по отношению к широкому спектру фитопатогенных микроорганизмов с низкой токсичностью по отношению к человеку, животным, и высшим растениям. Возникновения резистентности к действию серебра также не было отмечено. Но ранее широкое распространение препаратов на основе серебра сдерживалось их высокой стоимостью и низкой технологичностью. Прогресс в области синтеза и модифицирования наночастиц серебра позволил создать препарат «Зерокс», пригодный для применения в промышленных масштабах, и обладающий высокой эффективностью в очень малых концентрациях, что делает его использование рентабельным и позволяет минимизировать экологические риски при его применении.

Проведенные *in vitro* исследования показали высокую эффективность препарата «Зерокс» в концентрациях от 3 до 30 мг/л по серебру против широкого круга грибных патогенов картофеля: *Rhizoctonia solani* (возбудитель ризоктониоза), *Phytophthora infestans* (фитофтороз), *Colletotrichum coccodes* (антракноз и черная пятнистость), *Helminthosporium solani* (серебристая парша), *Alternaria solani* и *A. alternata* (альтернариоз), *Fusarium solani* (сухая гниль), *Sclerotinia sclerotiorum* (склеротиниоз картофеля и моркови). Полевые испытания, проведенные на базе Всероссийского научно-исследовательского ин-

ститута фитопатологии, показали высокую эффективность препарата против *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*.

Для изучения бактерицидного эффекта были протестированы 6 видов фитопатогенных бактерий: *Pectobacterium carotovorum* (мягкая гниль картофеля и овощей), *Dickeya dianthicola* (черная ножка и мягкая гниль картофеля), *Agrobacterium tumefaciens* (корневой рак плодовых, декоративных культур и винограда), *Xanthomonas vesicatoria* (черная бактериальная пятнистость томата), *Clavibacter michiganensis* (бактериальный рак томата и картофеля), *Xanthomonas campestris* (сосудистый бактериоз капусты и рапса). Выдерживание бактерий, смытых с питательной среды, в растворе препарата «Зерокс» с концентрацией действующего вещества 100 мг/л (по серебру) в течение 30 минут приводило к их полному уничтожению; в концентрации 10 мг/л — уничтожало 45–85 % колониеобразующих единиц в сравнении с контролем.

Полученные результаты показывают хорошие перспективы использования препарата «Зерокс» для протравки семян различных растений и семенных клубней картофеля перед посадкой, для листовых обработок вегетирующих растений, а также для фумигационной обработки клубней и корнеплодов в хранилищах. В настоящее время препарат проходит регистрационные испытания по программе, утвержденной Министерством сельского хозяйства РФ.

#### Литература:

1. Jo, Y.K., Kim B.H., Jung G. Antifungal activity of silver ions and nanoparticles on phytopathogenic fungi// Plant Dis. — 2009. — V. 93 — P. 1037–1043.
2. Kim, S.W., Jung J.H., Lamsal K., Kim Y.S., Min J.S., Lee Y.S. Antifungal effect of silver nanoparticles (AgNPs) against various plant pathogenic fungi// Microbiology. — 2012. V. 40 (1). — P. 53–58.

## Вопросы развития сои в Казахстане и использование селекционно-биотехнологических методов

Закиева Арайлы Аленхановна, докторант<sup>1</sup>

Искаков Аюп Рашитович, доктор биологических наук<sup>1</sup>

Ешенгалиева Айя Нурлановна, магистр биологии<sup>2</sup>

Дидоренко Светлана Владимировна, кандидат биологических наук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казахский национальный аграрный университет (г. Алматы)

<sup>2</sup> Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства (г. Алматы)

*В статье обсуждаются проблемы расширения площадей возделывания сои в Казахстане за счет внедрения скороспелых сортов и использования методов селекции и биотехнологии.*

**Ключевые слова:** соя, сорт, диверсификация, каллусы, питательная среда.

## The issues of soybean development in Kazakhstan and the use of breeding and biotechnological methods

Zakiyeva A, Iskakov A, Eshengalieva A., Didorenko S.

*The article discusses the problem of the expansion of soybean cultivation areas in Kazakhstan by introducing early ripening varieties and the use of methods of breeding and biotechnology.*

**Keywords:** soy, sort, diversification, calluses, substratum.

Для диверсификации растениеводства в Казахстане перспективной культурой является соя. В настоящее время посевные площади соисоставляют около 100 тыс. га, которые в основном сосредоточены в юго-восточном регионе страны. В программе развития возделывания масличных культур «МаЖиКо» предусмотрено в 2020 году увеличение площадей посевов сои до 400 тыс. га за счет продвижения посевов сои на север республики. Это возможно только за счет внедрения скороспелых сортов, которые могут дать устойчивый урожай в условиях северного региона Казахстана.

В этой связи актуальным вопросом является помимо разработки новых высокоэффективных технологий, проведение экологического сортоиспытания с целью выявления сортов, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков, которые приспособлены к условиям разных экологических зон Казахстана. Известно, что рост производства сои тесно связан с внедрением новых и более совершенных сортов. Установлено, что повышение урожайности за счет использования таких сортов составляет в среднем 18–21 %.

В настоящее время с целью продвижения этой культуры на север страны ведутся селекционные работы в Казахском НИИ земледелия и растениеводства с организацией экологического сортоиспытания в северо-западном и восточном регионе с включением скороспелых сортов зарубежной селекции. Здесь они проходят экологическое испытание на адаптацию к местным условиям, а также селекционный процесс по полной схеме с целью создания скороспелых

сортосов для данных зон возделывания. Получены перспективные номера с вегетационным периодом 85–95 дней [1].

Для зоны северного Казахстана подходят ультраскороспелые сорта 000 группы спелости с вегетационным периодом в этой зоне 85–95 дней. В результате исследований выявлен наиболее скороспелый сорт Украинской селекции Билявка, Танаис с вегетационным периодом 90–91 день и селекционные номера Казахской селекции 422,180/2,364,331,195,391,464. Следует обратить внимание на сорт Танаис, который имеет схожий вегетационный период как на юге, так и в северной зоне (соответственно 87 и 91 дней) (таблица 1).

С 2012 года возобновлены исследования по экологическому сортоиспытанию ультраскороспелых сортов сои. Испытываются сорта Сибирской НИИСХ (Россия), Полтавского НИИ (Украина) и отечественной селекции — КазНИИЗиР с целью выявления продуктивных, технологичных сортов с нейтральным фотопериодом, размножения их и внедрения в производство [2].

Кроме того, актуальны исследования в области создания новых форм сои с нейтральной реакцией на длину светового дня используя современные биотехнологии (соматоклональная изменчивость, клеточная селекция).

С целью получения культуры незрелых зародышей в конце июля отбирали бобы размером 3–5 мм из 8 сортосов, которые имели хорошую отзывчивость в условиях культуры (таблица 2). Для культивирования изолированных незрелых зародышей сои наиболее часто применяется среда Мурасиге-Скуга [3].

Таблица 1. Хозяйственно-ценные признаки сортов сои в двух экологических зонах, 2014 г.

Сорт, номер	Костанайский НИИ СХ						КазНИИЗиР (Алматы)					
	Высота растений, см	Высота прироста нижнего боба, см	Количество ветвей, шт	Количество бобов с растения, шт	Масса 1000 семян, г	Вегетационный период, дней	Высота растений, см	Высота прироста нижнего боба, см	Количество ветвей, шт	Количество бобов с растения, шт	Масса 1000 семян, г	Вегетационный период, дней
Билаявкост	46,2	10,1	2,2	19,5	127,0	90	-	-	-	-	-	-
Вижн	54,5	16,2	2,5	10,2	149,4	99	59,2	8,2	2,1	31,1	144,1	105
Лыбидь	64,3	11,2	1,2	20,6	177,1	121	84,6	13,3	1,2	29,2	156,2	87
Танаис	61,2	9,3	2,5	17,4	163,3	91	62,5	10,6	1,4	32,3	127,3	90
422	82,1	20,2	2,6	15,3	161,0	91	63,4	6,5	2,2	27,4	126,5	80
180/2	59,5	19,1	1,9	9,8	168,2	93	62,8	13,4	1,5	28,5	124,6	83
364	76,8	14,5	2,2	27,6	154,8	91	69,2	5,2	1,2	19,6	106,4	80
331	75,6	17,5	2,5	24,5	157,5	91	75,3	15,5	1,3	18,8	105,7	80
195	67,2	11,3	3,2	32,2	154,7	91	52,5	8,6	1,6	20,7	127,8	80
391	51,2	11,4	2,1	17,5	145,5	115	75,4	11,3	0,0	16,5	107,9	74
464	61,3	11,2	3,3	36,5	180,0	91	59,2	8,5	1,2	32,2	127,3	74
320	57,2	14,3	3,4	23,1	177,9	102	54,5	10,2	1,1	23,1	106,2	74
308	67,1	10,1	3,4	25,5	150,2	116	76,2	7,1	1,7	18,5	115,5	74
343	59,5	10,2	2,5	18,4	154,2	117	62,3	8,2	1,7	31,4	113,3	88

Таблица 2. Образование каллусов из незрелых зародышей сои

Наименование сортов	Общее количество незрелых зародышей	Количество образовавшихся каллусов	Каллусогенез (%)
1	2	3	4
Танаис	40	40	100±1,43
Черемош	60	55	92±1,32
Алматы	40	17	42.5±0,60
Жанся	40	16	40±0,57
Устя	40	18	45±0,64
К 589109	40	36	90±1,29
К 5883	40	16	40±0,57
Кубань	40	20	50±0,71
Всего	240	218	

Всего на питательные среды было посажено 240 незрелых зародышей сои. Полученные каллусы культивировали на рассеянном свете при 16-часовом фотопериоде и температуре 18–20°C, которые пассировали на свежие питательные среды через каждые 4–5 недель. Наименование 3 пассажа. Дальнейшее пассирование продолжается для получения растений-регенерантов.

Как видно из таблицы 2 наибольший процент каллусогенеза наблюдался у сортов Танаис, Черемош и К 589109

и в целом варьировал от 40 до 100%.

Предварительные результаты показывают, что сорт Танаис и селекционные номера Казахской селекции 422, 180/2, 364, 331, 195, 391, 464 имеют хорошие перспективы для возделывания в северном регионе. Сорт Танаис, который имеет схожий вегетационный период, как на юге, так и в северной зоне, является подходящим объектом для биотехнологических исследований.

Литература:

1. Сидорик, И. В., Кожахметов А. С., Дидоренко С. В. Перспективы возделывания сои в Костанайской области // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. — 2013. — №5. — с. 7–11.
2. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Агроэкологическая оценка скороспелых, холодоустойчивых и высокопродуктивных сортов сои для северных областей Республики Казахстан»(промежуточный). — За- речный, 2013.
3. Murashige, T., Skoog, F. A revised medium for rapid growth and bio assay with Tobacco cultures. *Physiol Plantarum*, 15, — 1962. — P. 473–475.

## Микробиоценоз засоленных почв при использовании сухой формы биопрепарата RIZOKOM-2 на пшенице

Закирьяева Сидохон Икрамовна, младший научный сотрудник-соискатель;  
Джуманиязова Гульнора Исмаиловна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник;  
Султанова Шахноза Ахатуллаевна, младший научный сотрудник;  
Нарбаева Хуршида Сапарбаевна, младший научный сотрудник-соискатель;  
Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан (г. Ташкент)

*Изучено влияние биопрепарата комплексного действия RIZOKOM-2 на основе ассоциации из 3-х местных активных штаммов солеустойчивых фосфор и калиймобилизирующих ризобактерий пшеницы р. Bacillus на микробное сообщество засоленных почв под озимой пшеницей. Выявлено, что обработка семян озимой пшеницы биопрепаратам RIZOKOM-2 путем предпосевной бактеризации оказала заметное стимулирующее влияние на развитие полезного почвенного микробного сообщества на 1–2 порядка, снижение численности микромицетов на 2–3 порядка.*

**Ключевые слова:** солеустойчивые фосфор и калиймобилизирующие ризобактерии пшеницы, биопрепарат, микробное сообщество, пшеница.

## Microbiocenose of saline soils by application of dry forms of biopreparation RIZOKOM-2 for wheat

Zakiryayeva S. I., Djumaniyazova G. I., Sultanova Sh. A., Narbaeva Kh. S.

*Studied the influence of a biopreparation of complex action RIZOKOM-2 which based by association of the 3 local salt-tolerant strains of active phosphorus and potassium mobilizing rhizobacteria of wheat g. Bacillus on microbial community of saline soils under winter wheat. It has been revealed that the pre-sowing treatment of winter seeds by biopreparation RIZOKOM-2 had a significant stimulating impact on the development of beneficial soil microbial community by 1–2 orders and reducing the number of micromycetes by 2–3 orders of magnitude.*

**Keywords:** salt-tolerant phosphorus and potassium mobilizing rhizobacteria, biopreparation, microbial community, winter wheat.

Озимая пшеница в сельскохозяйственном производстве является одной из наиболее распространенных зерновых культур в мире. Однако засоление почв оказывает отрицательное влияние на развитие полезной почвенной микрофлоры [1].

Роль почвенных микроорганизмов в повышении плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур, очень высока. Благодаря микроорганизмам, почва приобретает свойства живой системы. В одном грамме почвы содержится от 4-х до 16 млрд. колоний микроорганизмов

с общей биомассой 2,5–10 т/га, которые обеспечивают восстановление почвенного плодородия, подготавливают питательную среду и переносят ее из почвенного раствора в корневую систему, перерабатывают флору и фауну в полезные почвенные составляющие. Поэтому в технологии возделывания сельскохозяйственных культур необходимо уделять должное внимание почвенной микрофлоре [2].

Однако возделывать пшеницу на засоленных почвах с каждым годом становится все труднее из-за высокой щелочности почвы (рН 8,7–8,9), нарушения баланса

почвенного микробного сообщества, и в результате нарушения баланса макро-микроэлементов и питания пшеницы.

Прогресс в растениеводстве может быть достигнут путем создания и использования биопрепаратов на основе высокоэффективных штаммов. Использование биопрепаратов различного целевого назначения является одним из элементов экологического земледелия.

В лаборатории почвенной микробиологии Института микробиологии АН РУз разработаны две формы (жидкая и сухая) нового биопрепарата комплексного действия RIZOKOM-2 на основе ассоциации из 3-х местных активных штаммов солеустойчивых фосфор и калиймобилизующих ризобактерий пшеницы р. *Bacillus* для возделывания ее на засоленных почвах [3].

Целью исследований являлось изучение влияния сухой формы биопрепарата RIZOKOM-2 на микробное сообщество засоленных почв под озимой пшеницей.

Объектом исследований служили биопрепарат RIZOKOM-2, чистые семена озимой пшеницы сорта «DOSTLIK», средне и сильнозасоленные сероземно-луговые почвы Сырдарьинского филиала УзНИИ Хлопководства. Микробное сообщество средnezасоленной почвы изучали согласно общепринятой методике Звягинцева Д. Г. [4]. Бактеризацию чистых (промытых водой от протравителя тузала) семян пшеницы ризобактериями в полевых условиях проводили при титре клеток  $5 \times 10^6$  КОЕ/мл в течение 1 часа с последующим высушиванием семян в естественных условиях.

Нами исследована численность почвенного микробного сообщества в средне и сильнозасоленных почвах под влиянием биопрепарата комплексного действия RIZOKOM-2 в динамике в течение вегетации озимой пшеницы сорта «DOSTLIK».

Численность аммонификаторов и олигонитрофилов практически не изменялась в течение вегетации как на средне, так и на сильнозасоленных почвах. Численность фосформобилизующих бактерий снижалась в опытных вариантах на 1 порядок к концу вегетации пшеницы на средnezасоленных почвах, что свидетельствует о том, что в этот период вегетации в почве было больше доступного для растений фосфора по сравнению с контролем. Численность маслянокислых бактерий уменьшалась на 3 порядка на средnezасоленных почвах и на 1 порядок на сильнозасоленных почвах к концу вегетации по сравнению с контролем. Содержание нитрификаторов I фазы в опытных вариантах снижалось к концу вегетации на 2 порядка, численность нитрификаторов II фазы на 3 порядка по сравнению с контролем, как на средне, так и на сильнозасоленных почвах. Численность анаэробных целлюлозоразлагающих бактерий увеличивалась на 1 порядок на средnezасоленных почвах, и снижалась на 1 порядок на сильнозасоленных почвах в конце вегетации по сравнению с контролем. Количество микромицетов снижалось на 1 порядок в опытном варианте на средnezасоленной почве, на сильнозасоленных — снижалась на 2 порядка к концу вегетации. Численность актиномицетов увеличивалась на 3 порядка на средnezасоленной почве

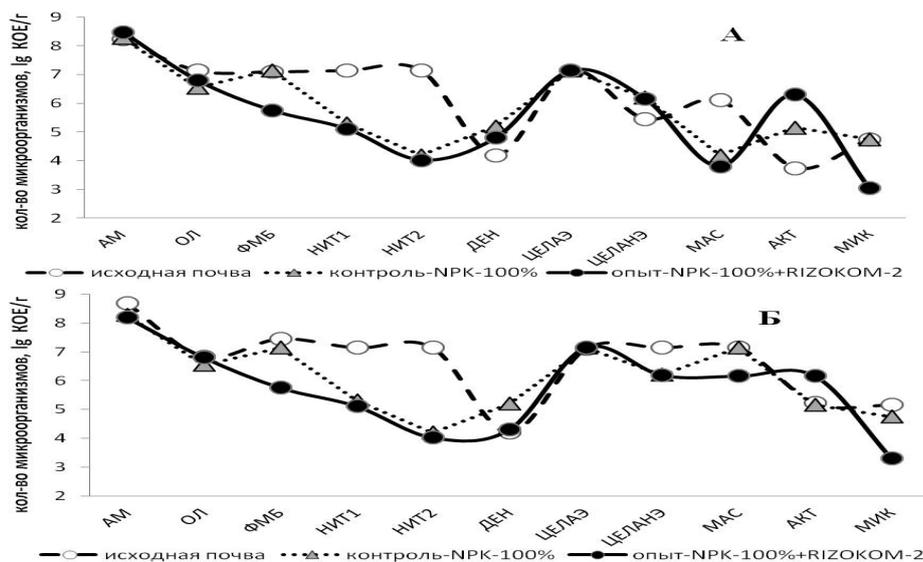


Рис. 1. Влияние биопрепарата RIZOKOM-2 на микробное сообщество на средне (А) и сильно (Б) засоленных почвах на фоне полного минерального удобрения (конец вегетации, пахотный слой — 0–30 см)

AM — аммонификаторы, OL — олигонитрофилы, ФМБ — фосформобилизующие бактерии, НИТ1 — нитрификаторы I-фазы, НИТ2 — нитрификаторы II-фазы, ДЕН — денитрификаторы, ЦЕЛЭА — целлюлозоразлагающие аэробы, ЦЕЛЭАЭ — целлюлозоразлагающие анаэробы, МАС — маслянокислые бактерии, АКТ — актиномицеты, МИК — микромицеты

и на 1 порядок на сильнозасоленной почве к концу вегетации по сравнению с контролем (рис. 1).

Таким образом, предпосевная обработка семян озимой пшеницы биопрепаратом RIZОКОМ-2 в виде предпо-

севной бактеризации, оказала заметное стимулирующее влияние на развитие полезного почвенного микробного сообщества на 1–2 порядка, при снижении численности микромицетов на 2–3 порядка по сравнению с контролем.

Литература:

1. Блинов В. А., Сазонова И. А. Физико-химические характеристики микробиологических препаратов «Байкал ЭМ 1» и «Тамир» // Биологические препараты. Сельское хозяйство. под ред. Кожевина П. А. ЭМ-Кооперация, М. 2008. — с. 65–67.
2. Барайщук Г. В. Эффективность биологических препаратов при выращивании посадочного материала хвойных пород // Материалы научно-практической конференции «Актуальные проблемы сельскохозяйственной биотехнологии» Воронеж // Москва «Златограф» 2004 г. С. 3–4.
3. Джуманиязова Г. И., Зарипов Р. Н., Каландаров Т., Ким А. А. Новая микробная биотехнология возделывания пшеницы на засоленных почвах // Труды статьей Межд. Симп. «Микроорганизмы и биосфера-MICROBIOS-2013», Киргизстан. 2013. с. 23–25.
4. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: 1991. 365 с.

## Исследование pH-оптимума активности амилаз *Leptinotarsa decemlineata* методом зимографии

Камалетдинова Рамзиля Ниязовна, студент;

Турумтаева Галия Булатовна, студент;

Цветков Вячеслав Олегович, кандидат биологических наук, доцент;

Шпирная Ирина Андреевна, кандидат биологических наук, доцент;

Ибрагимов Ринат Исмагилович, доктор биологических наук, профессор

Башкирский государственный университет (г. Уфа)

*Методом электрофореза с иммобилизованным субстратом исследован pH-оптимум активности различных форм пищеварительных амилаз личинок *Leptinotarsa decemlineata*. Проведен денситометрический анализ результатов разделения, позволяющий количественно оценить активность ферментов. Показаны различия в характере и величине pH-оптимума активности различных форм фермента насекомых, что может являться одной из предпосылок молекулярной адаптации вредителей.*

**Ключевые слова:** колорадский жук, амилазы, зимография, оптимум pH.

## The study of *Leptinotarsa decemlineata* amylases activity ph-optimium using zymographic technique

Kamaletdinova R. N., Turumtaeva G. B., Tsvetkov V. O., Shpirnaya I. A., Ibragimov R. I.

*By electrophoresis with immobilized substrate was investigated pH optimum of activity of various forms of digestive amylases of *Leptinotarsa decemlineata* larvae. A densitometric analysis of gels that allowed quantifying the activity of enzymes was performed. The differences in the type and value of the pH optimum of various forms of insects' amylases may be a theoretical background for molecular adaptation of pests.*

**Keywords:** *Leptinotarsa decemlineata*, amylase, zymography, pH optimum.

Одной из актуальных задач современного сельского хозяйства является исследование гидролитических ферментов пищеварительного тракта насекомых-вредителей. Гидролитические ферменты играют ключевую роль во взаимодействии насекомых с растениями, позволяя насекомому эффективно перерабатывать растительную

пищу. Особого внимания заслуживает изучение состава и свойств амилитических ферментов, так как амилазы являются одними из наиболее активных карбогидраз колорадского жука [1].

Как известно из литературных данных, амилазы колорадского жука проявляют активность в относительно

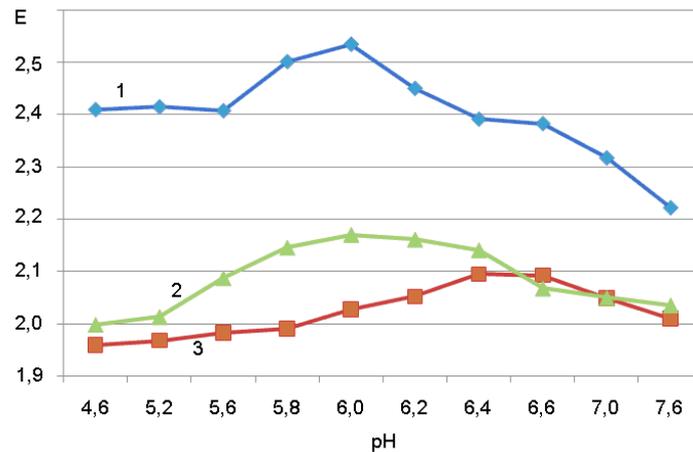


Рис. 1. Зависимость ферментативной активности амилаз личинок колорадского жука от величины рН. 1 — высокомолекулярная форма фермента, 2 — форма со средним значением молекулярной массы, 3 — низкомолекулярная форма

широком диапазоне значений кислотности среды [2]. Ранее в нашей лаборатории были проведены работы по выяснению молекулярного состава и оптимума рН суммарного препарата амилаз личинок, которые показали, что амилазы представлены тремя формами с различной молекулярной массой и рН-оптимумом от 5 до 7. В нашей работе были проведены эксперименты, направленные на уточнение и выяснение оптимумов рН отдельных форм амилаз насекомых. Для определения оптимума рН амилаз мы проводили электрофоретическое разделение ферментов в иммобилизованном субстрате (зимография) в денатурирующих условиях с последующей ренатурацией при различных значениях рН. Для получения экстрактов использовали супернатант гомогената личинок колорадского жука. К супернатанту добавляли равный объем буфера для образцов, содержащего однократный трис-глициновый электродный буфер, глицерин (20%), SDS (0,1%) и  $\beta$ -меркаптоэтанол (0,1%). Образцы прогревали в течение 20 минут при 70 °С.

Полученные после окрашивания изображения гелей переводили в черно-белый режим и анализировали с ис-

пользованием компьютерной программы для денситометрии, написанной в нашей лаборатории. Полученные числа переводили в единицы ферментативной активности (калибровка по амилазе *Bacillus subtilis*) и проводили статистическую обработку.

Максимальная активность высокомолекулярной и низкомолекулярной форм фермента отмечена при рН 6,0, форма со средним значением молекулярной массы имеет оптимум активности при рН 6,4. По этому показателю амилазы жука существенно не отличаются от описанных в литературе амилолитических ферментов микроорганизмов и различных животных, в т.ч. насекомых и млекопитающих. Как известно, молекулярный состав гидролитических ферментов насекомых-вредителей может претерпевать изменения под действием факторов внешней среды, в частности, ингибиторов кормовых растений [3]. По-видимому, различия исследованных амилолитических ферментов по рН-оптимуму функциональной активности могут быть одним из факторов адаптации насекомых к защитным механизмам растений.

#### Литература:

1. Рябченко, Н.А., Никитин Н.И. Влияние пищевого фактора на микроэволюцию колорадского жука. Вестн., Днепропетровск. ун-та., 2006. Т. 1. с. 165–171.
2. Цветков, В.О., Шпирная И.А., Валиахметова К.И., Яруллина Л.Г., Ибрагимов Р.И. Физико-химическая и экологическая характеристика амилолитических ферментов колорадского жука, Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2013, Т. 15., №3 (5), с. 1498–1501.
3. Brunelle F, Cloutier C, Michaud D // Arch Insect Biochem Physiol. 2004. №55. P. 103–113.

## Использование энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии в ранней диагностике болезней кормовых культур

Коробейников Александр Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;  
Ашмарина Людмила Филипповна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая сектора иммунитета и защиты растений  
ФГБНУ Сибирский НИИ кормов (Новосибирская обл.)

*В настоящее время основным методом учета степени пораженности растений возбудителями заболеваний является метод визуального определения, основанный на глазомерной оценке симптомов заражения по разным шкалам. Показано, что для своевременного обнаружения и доказательства участия возбудителей в патогенезе заболеваний возможно использование различных вариаций энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDRS). Проведенные с использованием этого метода предварительные исследования в ФГБНУ Сибирском НИИ кормов на кормовых культурах подтвердили эту возможность. Показано, что для исследований, возможно, использовать гербарные образцы больных и для сравнения здоровых растений. Выявлены количественные и качественные различия в составе элементов, так, величина калия и кальция в участках предположительно зараженной ткани значительно выше, чем в участках здоровой ткани листьев кормовых культур.*

**Ключевые слова:** защита растений, фитопатоген, кормовые культуры, энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия, зараженность.

## Using energy dispersive x-ray spectroscopy in early detection of diseases of forage crops

Korobeinikov A. S., Ashmarina L. F.

*Currently, the main method of determining the degree of the infestation by plant pathogens is the method of visual control, based on the visual estimation of the symptoms of infection based on a different scales. It is shown that this is possible to use different variations of the energy dispersive X-ray spectroscopy (EDRS) for the early detection of pathogens and evidence of their involvement in the disease pathogenesis. The preliminary researches carried out using this method on the base of FGBNU Siberian Research Institute of fodder crops confirmed this possibility. It is shown that for this research is possible to use the herbarium specimens of infected and healthy plants for the comparison. The quantitative and qualitative differences in the composition elements were shown: for example, the quantity of calcium and potassium in the parts of suspected infected tissue was significantly higher than in healthy tissue sections of the leaves of fodder crops.*

**Keywords:** plant protection, phytopathogen, fodder crops, energy dispersive X-ray spectroscopy, infestation.

Обнаружение фитопатогена на ранней стадии патологического процесса является одним из необходимых условий для эффективного применения средств защиты растений [1]. Метод визуального определения, бывший до недавнего времени наиболее распространенным методом определения зараженности растения, имеет существенные недостатки. Так, он не позволяет определить факт заражения растения патогеном на ранних стадиях заражения, а также в нем присутствует большая доля субъективности и неточности, связанных с несовершенством человеческого восприятия [2].

Среди современных инструментальных средств, используемых для определения симптомов вирусных бактериальных и грибных болезней растений известны различные вариации энергодисперсионной рентгеновской

спектроскопии (EDRS) [3]. В основе EDRS лежит способность химических элементов к испусканию спектра рентгеновского излучения под воздействием направленного пучка электронов. Полученный спектр возможно проанализировать с помощью детекторов на основе кристаллов кремния с примесью лития, охлаждаемых жидким азотом либо охлаждающей системой Пелтье, входящих в состав энергодисперсионного спектрометра [4]. Таким образом, посредством EDRS возможно определить количественное содержание определенных химических элементов в исследуемом образце.

В условиях Западной Сибири на посевах кормовых культур распространен комплекс фитопатогенных организмов, существенно снижающих урожайность и качество продукции [5]. Однако, этиология и патогенез заболеваний

изучены недостаточно. В связи с этим, использование перспективных инструментальных средств для определения зараженности растения на ранних стадиях патологического процесса является актуальной задачей.

Известно, что проникновение фитопатогена в растение запускает ряд биохимических процессов. Так, содержание кальция в тканях растения является одним из факторов пассивного иммунитета. Кальций входит в состав клеточных стенок, и, кроме того, является регулятором закрытия устьиц [6]. Целью исследования было изучение возможности применения метода EDXS для определения количественных и качественных различий в составе клеток пораженной и здоровой ткани листьев кормовых культур.

Исследования проводили на базе Сибирского научно-исследовательского института кормов. Использовались образцы тканей различных кормовых культур, пораженных болезнями грибной и бактериальной природы, из гербарного материала, заготовленного в период веге-

тации. Полученные образцы пораженных тканей растений исследовались на сканирующем электронном микроскопе с энергодисперсионным спектрометром и пакетом прикладного программного обеспечения INCAEnergy. Результаты проведенных исследований представлены на рис. 1

При анализе рентгеновского спектра из разных проб образца выявлено повышенное содержание калия и кальция в пробах пораженной ткани в сочетании с отсутствием спектра излучения данных элементов в пробах здоровой ткани, что может являться признаком наличия инфекционного начала в пробах пораженной ткани, а также подтверждением роли калия и кальция как факторов пассивного иммунитета, и соотносится с данными, полученными зарубежными исследователями [7, 8, 9].

Таким образом, можно сделать предварительный вывод об эффективности метода рентгеновского микроанализа в определении зараженности растений на ранних стадиях патологического процесса.

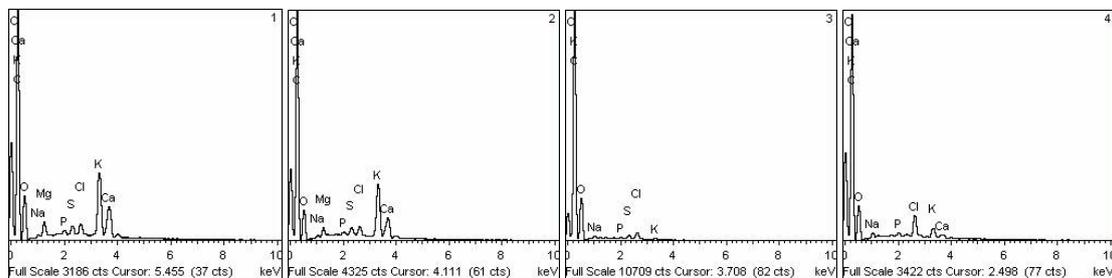


Рис. 1. Спектры излучения химических элементов в образцах ткани листа

#### Литература:

1. Ашмарина, Л. Ф. Совершенствование защиты зерновых культур от болезней и вредителей в Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. — Новосибирск, 2005. — 42 с.
2. Contreras-Medina, L. M. Smart Sensor for Real-Time Quantification of Common Symptoms Present in Unhealthy Plants/L. M. Contreras-Medina, R. A. Osornio-Rios, I. Torres-Pacheco, R. de J. Romero-Troncoso, R. G. Guevara-González, J. R. Millan-Almaraz // *Sensors*, № 12, 2012 — p. 784–805.
3. Reed, S. J. B. *Electron microprobe analysis* // Cambridge University Press, 1997. — 326 p.
4. Goldstein, J. *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis: Third Edition*/J. Goldstein, Dale E. Newbury, David C. Joy, Charles E. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. C. Sawyer, J. R. Michael // Springer US, 2003 — p. 689;
5. Ашмарина, Л. Ф. Атлас болезней кормовых культур в Западной Сибири/Л. Ф. Ашмарина, И. М. Горобей, Н. М. Коняева, З. В. Агаркова // Новосибирск, 2010. — 180 с.
6. Gilroy, S. Role of Calcium in Signal Transduction of Commelina Guard cells/S. Gilroy, M. D. Fricker, N. D. Read, A. J. Trewavas // *Plant Cell*, № 3, 1991 — p. 333-334;
7. Lott, J. N. Spitzer E. X-ray Analysis Studies of Elements Stored in Protein Body Globoid Crystals of Triticum Grains // *Plant Physiology*. — 1980. — Vol. 66 (3). — P. 4940–4990.
8. Musettia, R., Favalli M. A. Cytochemical localization of calcium and X-ray microanalysis of Catharanthus roseus L. infected with phytoplasmas // *Micron*, — Vol. 34 (8), — 2003, — P. 387-393;
9. Kaur, K. Peak energy shift with fertilization in mint plants: EDXRF measurements with synchrotron photon source/K. Kaur, K. Deep, M. Bansal et al // *Applied Science Research*. — 2012. — Vol. 4 (5). — P. 2152–2160.

## Перспективы использования ферментного препарата гидролаз, полученного на основе штамма *Aspergillus foetidus*, для глубокой деструкции полимеров растительного и микробного сырья

Курбатова Елена Ивановна, кандидат технических наук, доцент;

Борщева Юлия Александровна, аспирант

ФГБНУ Всероссийский НИИ пищевой биотехнологии (г. Москва)

*Методом направленной селекции с использованием химического и физического мутагенеза получен новый штамм-продуцент гидролитических ферментов. На основе штамма получен ферментный препарат и исследована его биохимическая характеристика. Подтверждена эффективность действия ФП для деструкции растительного и микробного сырья.*

**Ключевые слова:** мутагенез, ферментный препарат, деструкция, штамм-продуцент, гидролазы.

## Perspectives of enzyme preparations of hydrolases obtained on the basis of strain *Aspergillus foetidus*, for deep degradation of polymers plant and microbial raw material

Kurbatova E. I., Borscheva U. A.

*The new producing strain of hydrolytic enzymes was obtained by directed selection using chemical and physical mutagenesis. Based on the strain enzyme preparation was obtained and its biochemical characteristics was investigated. The effectiveness of the enzyme preparation for the degradation of plant and microbial material was confirmed.*

**Keywords:** mutagenesis, enzyme preparation, destruction, producing strain, hydrolases.

Мировое производство ферментных препаратов (ФП) ежегодно растет и обеспечивает данной продукцией агропромышленные комплексы (АПК) ведущих развитых стран. Такая тенденция обусловлена более широким использованием современных биотехнологических процессов во многих отраслях АПК. При этом растет спрос не только на ФП для производства спирта, пива, безалкогольных напитков и кормов, составляющих основу биотехнологических производств нашей страны, но и для хлебопекарной, кондитерской, масло-жировой, мясной и молочной промышленности [1-3]. Кроме того, возрос интерес к созданию «чистых» продуктов (не содержащих химических добавок), продуктов функционального назначения и БАД, для производства которых используются сырьевые источники растительного и микробного происхождения. Ферментативная деструкция в этом случае позволяет повысить пищевую и биологическую ценность получаемой продукции, в результате максимального извлечения БАВ из нативного сырья [4-6].

Поэтому, разработка и совершенствование технологий производства комплексных ферментных препаратов, обеспечивающих эффективную биокаталитическую деструкцию высокомолекулярных полимеров растительного,

животного и микробного сырья в перерабатывающих отраслях АПК является актуальным направлением научных исследований.

Одним из перспективных продуцентов пектиназ является штамм *Aspergillus foetidus* 379-К, полученный ранее с использованием генетических и селекционных методов [7]. Исследования состава ферментативного комплекса, синтезируемого этим микромицетом, показали его многокомпонентность, что позволит использовать его в дальнейших селекционных работах направленных на увеличение биосинтетической способности в отношении полимеров не только растительного, но и микробного сырья.

Объектами исследования служили микромицеты рода *Aspergillus*, которые являются продуцентами богатого комплекса гидролитических ферментов, обеспечивающих эффективную деструкцию полимеров растительного и микробного сырья.

В связи с вышеизложенным, цель данной работы состояла в получении штамма — продуцента комплекса гидролитических ферментов, эффективного в отношении деструкции основных полимеров растительного и микробного сырья для увеличения выхода ценных биологически активных веществ.

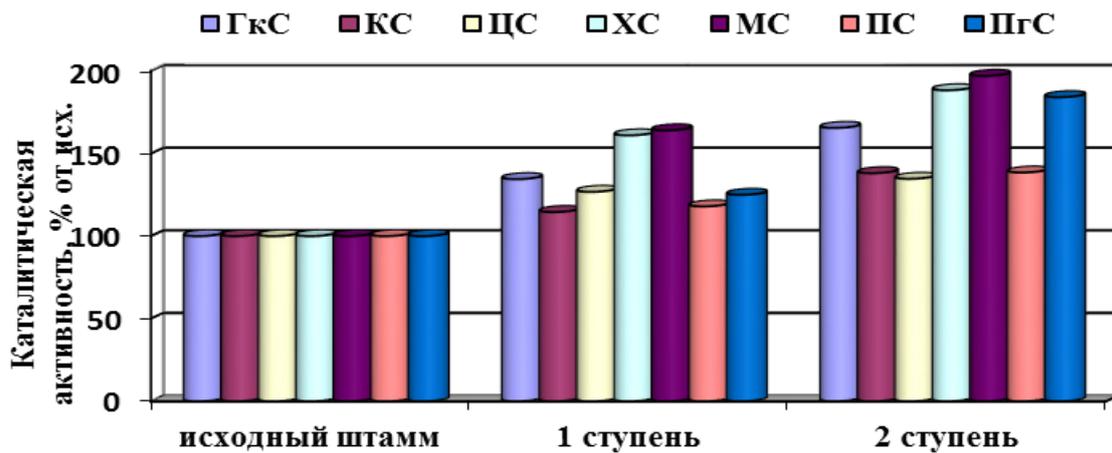


Рис. 1. Повышение биосинтетической способности штамма после химического и физического воздействия

Таблица 1. Биохимическая характеристика ФП Глюконофоеитидин Г20Х

Фермент	Значение активности, д/г	Фермент	Значение активности, ед/г
β-глюканаза	1125	Глюкоамилаза	135
Полигалактуроназа	611	Протеаза	85
Целлюлаза	328	Маннаназа	71
Ксиланаза	264	Хитиназа	30
Липаза	137		

Работы по получению нового продуцента с повышенной экспрессией ферментов на основе штамма *A. foetidus 379K* проводили с использованием ступенчатого воздействия мутагенов химической и физической природы. В качестве химического мутагена в работе использовали N-метил-N'-нитро-N-нитрозогуанидин (нитрозогуанидин). Данный препарат относится к группе алкилирующих агентов и обладает высоким мутагенным эффектом.

Для проведения второй степени мутагенеза, целью которого являлось дальнейшее повышение биосинтетической способности штамма и получение стабильного мутанта был выбран физический мутаген широкого спектра действия — УФ-облучение.

Таким образом, в результате многоступенчатой селекции был получен штамм *Aspergillus foetidus 379K-5-1*, по уровню активностей который превышает родительский штамм: по β-глюканазе на 65,5%, ксиланазе на 38,1%, целлюлазе на 34,7%, хитиназе на 88,3%, маннаназе на 97,0%, протеазе на 38,5%, и полигалактуроназе на 85,2% (рис. 1).

На основе полученного нового мутантного штамма на подобранной ферментационной питательной среде был наработан ферментный препарат степени очистки Г20Х (табл. 1).

Литература:

1. Грачева, И. М. Технология ферментных препаратов/И. М. Грачева, А. Ю. Кривова. — М.: Изд-во «Элевар», 2000. — 512 с.

Подтверждена мультикомпонентность ферментативного комплекса с преимущественным содержанием β-глюканазы и полигалактуроназы, с разнообразным составом гемицеллюлаз, а также наличием глюкоамилазы, протеазы и липазы.

Проведение ряда экспериментов по исследованию биодegradации сырья растительного и микробного происхождения подтвердило эффективность использования нового ферментного препарата Глюконофоеитидин, полученного на основе штамма *Aspergillus foetidus 379K-5-1*.

Использование полученного ферментного препарата Глюконофоеитидин позволило:

- в процессе деструкции ягодного сырья увеличить выход сока в 3 раза, содержание редуцирующих и общих фенольных веществ на 13,0 и 4,7% соответственно;

- в процессе биоконверсии зернового сырья повысить выход экстракта на 40%, редуцирующих веществ — в 4 раза и белковых веществ в 5 раз;

- в процессе деструкции клеточных стенок дрожжей повысить выход экстракта на 20%, в 8 раз увеличить содержание редуцирующих сахаров за счет гидролиза полисахаридов клеточной стенки дрожжей, и на 36,5% содержание белковых веществ.

2. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии/В.В. Бирюков. — М.: Изд-во «Колос», «Химия», 2004. — 295 с.
3. Кислухина, О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов/О.В. Кислухина. — М.: Изд-во «Дели принт», 2002. — 336 с.
4. Бушина, Е.В. Новые высокоэффективные ферментные препараты для гидролиза пектин- и целлюлозосодержащих субстратов на основе рекомбинантных штаммов грибов рода *Penicillium*: дисс. канд. хим. наук/Е.В. Бушина, МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2012. — 132 с.
5. Поверин, А.Д. Биологически активная пищевая добавка на основе ферментативного гидролизата пивных дрожжей/А.Д. Поверин // Пиво и напитки, 2008. — №3. — с. 21–26
6. Поляков, В.А. Биологически активные добавки микробного происхождения как фактор, формирующий функциональные свойства пищевых продуктов/В.А. Поляков [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2013. — №12. — с. 43–47
7. Соколова, Е.Н. Изучение физиолого-морфологических и биохимических свойств *Aspergillus foetidus* МБ-4 — продуцента пектолитических ферментов/Е.Н. Соколова [и др.] // Сб. научных трудов «Микробные биокатализаторы для перерабатывающих отраслей АПК». — М., 2006. — с. 69–76.

## Условия культивирования перспективного штамма-продуцента микробиопрепарата 14–3 *Pseudomonas chlororaphis*

Курилова Дина Александровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур  
имени В. С. Пустовойта» (г. Краснодар)

*Установлены условия периодического культивирования штамма-продуцента микробиопрепарата 14–3 Pseudomonas chlororaphis. Оптимальный температурный диапазон для данного бактериального штамма составляет 25–30°C, кислотность питательной среды — 5–10. При производстве микробиопрепарата на основе штамма 14–3 P. chlororaphis в качестве источников углеродного питания можно использовать глюкозу, сахарозу, глицерин и мелассу; в качестве источников азотного питания — дрожжевой экстракт и пептон.*

**Ключевые слова:** бактерии, антагонисты, продуценты, микробиопрепараты, штаммы, культивирование.

## Conditions of cultivation of the perspective of the producer strain of microbioreactor 14–3 *Pseudomonas chlororaphis*

Kurilova D. A.

*Summary. The conditions periodic cultivation culture strain of microbiopreparations 14–3 Pseudomonas chlororaphis. The optimal temperature range for this bacterial strain is 25–30°C, pH of the nutrient medium — 5–10. For production microbiopreparations based on the 14–3 P. chlororaphis strain as a carbon supply source can be used glucose, sucrose, molasses and glycerol; as a source of nitrogen nutrition — yeast extract and peptone.*

**Keywords:** bacteria, antagonists, producers, microbiopreparations, strains, cultivation.

С целью получения эффективного лабораторного образца микробиопрепарата на основе перспективного штамма-продуцента 14–3 *P. chlororaphis* с высокой плотностью микробных клеток изучали его физиологические признаки: оптимальные источники углеродного и азотного питания, температура культивирования и кислотность среды.

Штамм выращивали на жидкой питательной среде Кинга В. Для определения оптимальной тем-

пературы, культивирование осуществляли при 20, 25, 30 и 35°C. Максимальный титр был отмечен при 25–30°C (2,9–5,7 × 10<sup>12</sup> КОЕ/мл). Оптимальную кислотность среды устанавливали в пределах 3–10 путём добавления лимонной кислоты или щелочи (NaOH). Достаточно высокий титр ЖК штамма 14–3 *P. chlororaphis* отмечался при pH среды 5–10 (от 3,2 × 10<sup>10</sup> до 5,3 × 10<sup>12</sup> КОЕ/мл), при реакции среды 3 выживали лишь единичные клетки.

Для определения оптимальных источников углеродного и азотного питания штамм 14–3 *P. chlororaphis* выращивали при температуре 25°C и рН среды 5. Источниками углерода служили глюкоза, сахароза, меласса и глицерин. Максимальный титр отмечен в вариантах с добавлением глюкозы, глицерина и сахарозы ( $2,8-8,3 \times 10^{12}$  КОЕ/мл). Также высокий титр бактерии получен в варианте с мелассой ( $2,1 \times 10^{10}$  КОЕ/мл). Источниками азота служили азотнокислый натрий, пептон, дрожжевой и кукурузный экстракты. При добавлении кукурузного экстракта в среду наблюдалась полная гибель клеток. На питательной среде

с добавлением азотнокислого натрия отмечен низкий титр штамма ( $3,5 \times 10^3$  КОЕ/мл). Высокий титр штамма 14–3 *P. chlororaphis* наблюдался при использовании пептона и дрожжевого экстракта ( $2,1-4,4 \times 10^{12}$  КОЕ/мл).

Таким образом, при производстве микробиопрепарата на основе штамма 14–3 *P. chlororaphis* глубинное культивирование следует осуществлять при температуре 25–30°C, кислотность среды должна быть в пределах 5–10, в качестве источников углеродного питания можно использовать глюкозу, сахарозу, глицерин и мелассу, азотного питания — дрожжевой экстракт и пептон.

## Биотехнология скрининга засухоустойчивости пшеницы

Ли Тамара Енсуевна, кандидат биологических наук;  
Спанкулова Зере Бактыбековна, магистр-биолог;  
Оразбаева Улташ Мауленовна, магистр-биотехнолог;  
Ташкенова Арайлым Темешовна, биотехнолог  
Институт биологии и биотехнологии растений (г. Алматы, Казахстан)

*В задачи данной работы входило изучение антиоксидантных ферментных комплексов, защищающих растения на уровне клетки, которое позволяет раскрыть адаптационные механизмы стресс-устойчивости растений. Для этого сопоставляли активность ключевых ферментов супероксиддисмутазы (СОД), пероксидазы (ПОД) и альдегидоксидазы (АО) в физиологически нормальных условиях и при моделированной засухе.*

**Ключевые слова:** пшеница, засухоустойчивость, ферменты-антиоксиданты, альдегидоксидаза.

## Biotechnology for screening of drought tolerant wheat

Lee T. E, Spankulova Z. B, Orazbayeva U. M, Tashkenova A. T.

*The objectives of this research was to study the antioxidant enzyme complexes that protect the plants at the cellular level, which can reveal adaptation mechanisms of plant stress tolerance. To do this, was compared the activity of key enzymes superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD) and aldehydeoxidase (AO) in a physiologically normal conditions and simulated drought.*

**Keywords:** wheat, drought tolerance, antioxidant enzymes, aldehyde oxidase

Одним из основных факторов внешней среды, лимитирующих рост и урожайность растений, является засуха. Устойчивость к засухе это наследственная способность растений к переживанию периодического водного дефицита без существенных последствий для роста, развития и продуктивности [1, с. 380]

Целью работы было исследование роли антиоксидантной системы в проявлении конститутивной и индуцированной устойчивости растений пшеницы к обезвоживанию. Для этого сопоставляли активность ключевых ферментов супероксид дисмутазы (СОД), пероксидазы (ПОД) и альдегидоксидазы (АО) в физиологически нормальных условиях и при моделированной засухе.

В исследованиях были использованы засухоустойчивые линии пшеницы: среднеспелые Северянка, Алем и Мирас, в качестве стандарта был использован сорт Казахстанская

10. Засуху моделировали путем прекращения полива, степень воздействия стрессорного фактора оценивали по содержанию почвенной влаги. Растения пшеницы подвергали засухе в фазе «трубкование-колошение». В этой фазе растения наиболее уязвимы к недостатку влаги в почве. Образцы растений были отобраны на физиолого-биохимические анализы при появлении первых признаков увядания на 10 день развития стресса засухи.

Определение активности СОД было проведено по Beauchamp et. al. [2, с. 276-287].

Определение активности ПОД проводили согласно методу Лебедева и др. [3, с. 1372–1379].

Альдегидоксидазная активность в образцах определялась по методу Rothe [4, с. 493-499]. Нативный ЭФ проводился в 7.5% ПААГ в буферной системе по Laemmli [1970 [5, с. 680-685] в отсутствии SDS при 4°C.

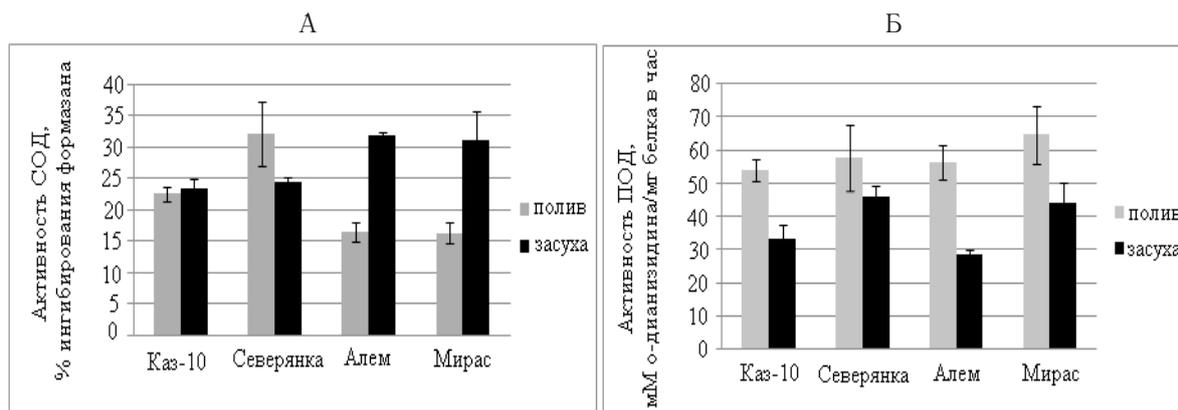


Рис. 1. Активность СОД и ПОД в листьях 2х верхних ярусов пшеницы, выращенных при контрольных (полив) и опытных условиях (засуха) в фазе «трубкование-колошение»: А-СОД, Б-ПОД.



Рис. 2. Электрофореграмма протеинов АО, выделенной из пшеницы в фазе трубкования-колошения: белок — 400мкг; 1-Каз10 полив; 2-Каз10 засуха; 3-Северянка полив; 4-Северянка засуха; 5-Алем засуха; 6-Алем полив; 7-Мирас полив; 8-Мирас засуха

Содержание белка анализировали по методу Лоури [6, с. 265-275].

Биохимическое определение ферментативной активности СОД у пшеницы показало, что активность СОД в условиях стресса засухи повышалась у линий Алем и Мирас на 50%, за исключением сорта Северянка, у которого она понижалась на 7% и стандартного сорта Казахстанская 10, у которой уровень активности СОД оставался на том же уровне (рисунок 1А).

Активность ПОД, измеренная в фазе «трубкование-колошение» в условиях полива и засухи, у всех испытанных сортов пшеницы понижалась в условиях засухи — у сорта Алем в 2 раза, у сортов Мирас и Казахстанская на 10–20% (рисунок 1Б).

Были обнаружены три изоформы АО пшеницы, причем, экспрессия верхних бендов не менялась в условиях стресса засухи и между сортами, а были обнаружены изменения в экспрессии двух полос нижнего бенда (рисунок 2). По электрофореграмме протеинов АО из листьев пшеницы установлено повышение ее активности в условиях стресса засухи для всех изученных сортов, причем, с наибольшим повышением у сортов Казахстанская 10 и Алем.

Таким образом, по результатам скрининга физиолого-биохимических признаков засухоустойчивости линий пшеницы обнаружены отчетливые коррелятивные связи между активностью ферментов-антиоксидантов СОД и ПОД и засухоустойчивостью и продуктивностью сортов Казахстанская 10 и Алем.

Литература:

1. Головаченко, А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне среднего Поволжья. — Кинель, 2001. — 380 с.
2. Beauchamp, C., Fridovich J. Superoxide Dismutase: Improved Assays and an Assay Applicable to Acrylamide Gels // Anal. Biochem. — 1971. — V. 44. — P. 276–287.
3. Лебедева, О.В., Угарова Н.Н., Березин И.В. Кинетическое изучение реакции окисления о-дианизидина H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в присутствии пероксидазы хрена/Биохимия. — 1977. — Т. 42. — 1372–1379с.
4. Rothe, G.M. Aldehydeoxidaseisoenzymes (EC 1.2.3.1) in potato tubers (Solanumtuberosum). //Plant Cell Physiol. — 1974. — Vol. 15. — P. 493–499.
5. Laemmli, K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage // Nature. — 1970. — Vol. 4. — №227. — P. 680–685.
6. Oliver, H. Lowry, Nira J. Rosebrough, A. Lewis Farr and Rose J. Randall Protein measurement with the folin phenol reagent // J. Biol. Chem. — 1951. — V. 193. — P. 265–275.

## Изучение возможности хранения афидофага *Harmonia axyridis pallas*

Листопадова Елена Сергеевна, младший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*Установлены оптимальные температурные режимы краткосрочного и долгосрочного хранения афидофага *Harmonia axyridis Pallas* в различных стадиях развития.*

**Ключевые слова:** тля, афидофаг, хранение.

## Study of the storage possibility of aphidophagous *Harmonia axyridis Pallas*

E. S. Listopadova

*The optimal temperature modes of short-term and long-term storage aphidophag *Harmonia axyridis Pallas* in various stages of development.*

**Keywords:** aphid, aphidophag, storage.

Афидофаги играют значительную роль в регуляции численности фитофагов в природе. Реальное снижение численности вредителей афидофагами зависит от многих факторов, включающих климатические и погодные условия, физиологическое состояние популяций, многообразные трофические и биоценотические связи.

Важное значение представляют хищные кокциnellиды. Кокциnellиды отличаются высокой прожорливостью и способностью быстро увеличивать численность вслед за ростом плотности популяции жертвы [1, 2].

Очень часто вредители появляются в природе намного раньше, чем их энтомофаги, поэтому возникает потребность разработок методов краткосрочного и долгосрочного хранения афидофагов, чтобы при необходимости производить локальные выпуски хищников в очаги заражения вредителями [3].

Наработать в небольшой период времени требуемое количество энтомоакарифагов не всегда представляется возможным, поэтому возникает необходимость разработки методов их краткосрочного и долгосрочного хранения. При практическом использовании энтомофагов часто возникают ситуации, когда одновременно требуется большое количество живого материала, что не всегда можно быстро обеспечить. В связи с этим необходимы методы длительного хранения, обеспечивающие возмож-

ность накопления материала в зимнее время. При этом технология хранения должна обеспечивать достаточно высокую выживаемость и не приводить к существенному снижению плодовитости самок, агрессивности хищных и паразитирующих функций паразитических энтомофагов.

Нами изучались возможности хранения кокциnellиды *Harmonia axyridis* при различных температурах от плюс 4 до плюс 10 °С (таблицы 1;2).

При плюс (4°-10) °С яйцекладки хармонии сохраняют жизнеспособность на 3 сут хранения 59%, 10 сут 60–70%, более 14 сут 10–20%; имаго хармонии сохраняет жизнеспособность и репродуктивные функции до трех месяцев, а личинки хранятся от 7 до 10 сут.

Из таблицы видно, что яйцекладки хармонии могут храниться при плюс 4 °С до 3 сут, при плюс 10 °С до 5 сут, фертильность при этом составляет 59%, дальнейшее хранение уменьшает этот показатель.

Установлено, что длительное хранение яиц, личинок и куколок кокциnellид невозможно или малоэффективно, в связи с чем были проведены исследования по хранению имаго.

В результате исследований были получены данные, которые показывают, что хранение хармонии возможно в течение двух-трех месяцев при температуре как плюс 4 так и плюс 10 °С.

Таблица 1. Влияние режимов хранения на фертильность яиц кокциnellиды *Harmonia axyridis*

Вариант опыта, режимы хранения t °С	Продолжительность хранения, сут	Начало отрождения личинок, сут	Количество яиц в среднем, шт.	Фертильность яиц, %
+4	3	3	61	59,0
+4	10	5	35	37,1
+10	1	3	46	67,4
+10	5	4	32	59,0
+10	11	5	25	44,0
Контроль		3	25	88,0

Таблица 2. Влияние режимов хранения на жизнеспособность и репродуктивные показатели имаго *Harmonia axyridis*

Вариант опыта, режимы хранения t °С	Продолжительность хранения, сут	Количество насекомых		Отложено яиц в среднем на одну самку, шт.	Фертильность яиц, %
		Перед хранением, экз.	Выживаемость, %		
+4	34	47	78,7	73	49,3
+4	62	35	45,7	52	40,4
+10	31	37	91,2	162	62,9
+10	60	29	72,4	108	66,7
+10	90	23	52,2	67	46,3

Литература:

1. Агасьева, И. С. Коллекции энтомоакарифагов и их значение в биологической защите растений/И. С. Агасьева, В. Я. Исмаилов // информационный бюллетень ВПРС МОББ, Сакт-Петербург, 2011, №42, с. 15–18.
2. Агасьева, И. С. Разведение афидофагов и создание воспроизводящихся резерватов/Агасьева И. С., Игнатенко Е. С// Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. Третий Всероссийский съезд по защите растений. Санкт-Петербург, 16–20 декабря 2013 г., том II, с. 3–4.
3. Нефедова, М. В. Влияние низких температур на жизнеспособность хищных энтомофагов/М. В. Нефедова, Е. С. Листопадова, И. С. Агасьева // Инновационные разработки молодых ученых для развития АПК: сборник статей II Международной Конференции молодых ученых, преподавателей, аспирантов, студентов. Краснодар, 6–8 августа 2014. — Краснодар: ГНУ ВНИИ риса, 2014. — с. 115–117.

## Эффективность использования фитоактиваторов в повышении неспецифического индуцированного иммунитета персика

Михайлова Елена Валерьевна, младший научный сотрудник

Федеральное государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», г. Сочи, Россия

*Показана эффективность баковых смесей фитоактиваторов с половинными нормами расхода фунгицидов в борьбе с *Taphrina deformans* Tul, *Clasterosporium carpophilum* Aderh) в результате повышения устойчивости культуры. При поражении листьев персика фитопатогенами наблюдается угнетение активности каталазы и процессов фотосинтеза.*

**Ключевые слова:** фитоактиваторы, фитопатогены, иммунитет, фунгициды.

## Efficiency of phytoactivators for inducing nonspecific immune response in peachtree

Mikhailova Ye. V.

Federal State Budgetary Scientific Institution Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, c. Sochi, Russia

*The paper shows an efficiency of tank mixtures of phytoactivators with half application rate of fungicides to fight against *Taphrina deformans* Tul and *Clasterosporium carpophilum* Aderh as a result of the increased crop sustainability. When peach leaves are affected by plant pathogens we can observe an inhibition of catalase activity and photosynthesis process.*

**Keywords:** phytoactivators, phytopathogens, immunity, fungicides.

В последнее десятилетие в условиях продолжающейся дестабилизации фитосанитарного состояния плодовых агроценозов особую значимость приобретает проблема повышения иммунного статуса растений. Современные

научные достижения позволяют перейти от традиционных пестицидных систем защиты к качественно новому способу защиты растений с использованием природных механизмов устойчивости к фитопатогенам [4,5]. Решение

этой задачи крайне актуально при возделывании персика в условиях влажных субтропиков, которые способствуют интенсивному поражению культуры комплексом болезней, приводящих к значительной потере урожая. Решение этой проблемы за счет привлечения устойчивых сортов не представляется возможным. Сорта используются в садовых агроценозах Черноморского побережья характеризуются относительной устойчивостью [6].

Цель: Изучение возможности повышения неспецифического индуцированного иммунитета персика с помощью применения препаратов элиситорного действия (альбита, иммуноцитифита, экогеля) в борьбе с основными заболеваниями (*Taphrina deformans Tul*, *Clasterosporium carpophilum Aderh*).

Экспериментальный раздел работы проводился на опытном участке персика сорт Редхавен ФГБНУ ВНИИЦиСК. Визуальный учет влияния фитоактиваторов и фунгицидов на интенсивность развития болезней проводили по общепринятым методикам [3].

В производственной обработке (эталон) применяли: делан (дитианон) при норме расхода 0,7 кг/га в первой декаде апреля, скор (дифеноконазол) — норма расхода 0,2 л/га в третьей декаде апреля и в третьей декаде мая. Опытные обработки проводились баковыми смесями фитоактиваторов (альбита 250 мл/га, иммуноцитифита 4 табл./10 л., экогеля 15 л/га.) с половинными нормами расхода фунгицидов. Все обработки персика осуществлялись на фоне опрыскивания бордоской смесью (24.02.2014). В контрольном варианте опыта обработки не проводились. Опытные варианты и контроль закладывались в трех повторностях по 3 дерева. Действующие вещества фитоактиваторов: альбит (поли-бета-гидроксимасляная кислота), иммуноцитифит (арахионовая кислота), экогель (лактат хитозана).

Для установления эффективности баковых смесей с использованием фитоактиваторов применяли комплекс показателей, отражающих функциональное состояние персика. Во всех вариантах опыта определяли активность каталазы в листьях персика в динамике (с апреля по июль). Фотосинтетическую активность листьев ( $Kf_T$ ) устанавливали после завершения обработок по параметрам медленной индукции флуоресценции хлорофилла [1,2].

Все полученные данные обрабатывали статистически (Statistica 6.0.). Достоверность различия между средними значениями оценивали по критерию Стьюдента.

По результатам исследований обработка персика баковой смесью фитоактиваторов с фунгицидами снизила

относительно контрольных значений интенсивность поражения листьев курчавостью в 4,6 раза, кластероспориозом — в 10,5 раза. Эффективность биоцидного действия делана и скора, несмотря на половинные нормы расхода, находилась на уровне эталона. При этом фиксировалась незначительная степень развития заболеваний персика. В опытном варианте при диагностике курчавости она составила  $8,8 \pm 1,9\%$ , в эталоне  $13,2 \pm 2,1\%$ . Защитное действие баковых смесей сохранялось длительное время (до двух месяцев) после прекращения обработок. Об этом свидетельствует динамика развития кластероспориоза. В контрольном варианте максимальное поражение этим заболеванием фиксировалось в конце июля и достигало  $49 \pm 3,54\%$ . Проведенные в апреле и мае опытные обработки существенно сдерживали развитие этого заболевания. Степень поражения листьев была ниже контрольных значений 5 раз, а показателей после производственных обработок в 2 раза.

Основным положительным свойством фитоактиваторов является способность улучшать функциональное состояние растений, нарушенное негативным действием фитопатогенов. Установлено снижение каталазной активности в листьях персика при поражении курчавостью в 1,8, кластероспориозом в 1,2 раза ( $P < 0,05$ ). После первой обработки персика фитоактиваторами с фунгицидами уровень каталазной активности превысил контрольные значения на 40% ( $P < 0,05$ ), после второй и третьей — соответствовал контролю. Из литературных источников известно, что такая динамика активности каталазы является защитной реакцией растений, препятствующей поражению ткани активными формами кислорода при биогенных стрессах [6]. Одновременно с этим процессом повышалась устойчивость культуры к фитопатогенам и признаки заболеваний отсутствовали. Об адаптогенных свойствах препаратов элиситорного действия свидетельствует высокий уровень активности фотосинтеза в опытном варианте ( $Kf_T$  0,678), аналогичный контрольным значениям. По сравнению со здоровыми листьями этот показатель достоверно снижался при поражении курчавостью (на 41%) и кластероспориозом (на 11%).

Совместное применение фитоактиваторов с половинными дозировками делана и скора повышает активность каталазы и интенсивность фотосинтеза в листьях персика, что свидетельствует об активации защитных механизмов растений.

#### Литература:

1. Будаговская, О.Н. Автоматизированная установка для диагностики функционального состояния растений./О.Н. Будаговская, А.В. Будаговский, И.А. Будаговский. Материалы конференций Мобилизация адаптационного потенциала садовых растений в динамичных условиях внешней среды. М.: — 2004, с. 92–99.
2. Гунар, И.И. Практикум по физиологии растений./И.И. Гунар. Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений. «Колос». М.: — 1972, с. 102–103.

3. Долженко, В.И. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве./В.И. Долженко. Санкт-Петербург: — 2009, 377 с.
4. Карпун, Н.Н. Роль препаратов элиситорного действия в системе защиты персика./Н.Н. Карпун, Э.Б. Янущевская, Е.В. Михайлова. // Субтропическое и декоративное садоводство. Науч. тр. Вып. 51. Сочи: — 2014, с. 272–276.
5. Михайлова, Е.В. Применение индукторов устойчивости в системе защиты персика./Е.В. Михайлова. // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». Краснодар: — 2014, с. 321–322.
6. Тютюрев, С.Л. Научные основы индуцированной устойчивости растений/С.Л. Тютюрев. СПб.: Наука — 2002, с. 328.

## Влияние химического регулятора роста Вигор Форте, микробиоудобрения МЭРС марка Б и биостимулятора роста Эдагум СМ на продуктивность озимой пшеницы

Мнатсаканян Арсен Аркадьевич, младший научный сотрудник  
ФГБНУ Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им П. П. Лукьяненко

*Показана эффективность использования микробиоудобрения МЭРС марка Б, химического регулятора роста Вигор Форте и биостимулятора роста Эдагум СМ на посевах озимой пшеницы сорта Гром.*

**Ключевые слова:** Озимая пшеница, продуктивность, микробиоудобрение МЭРС марка Б, регулятор роста Вигор Форте, биостимулятор роста Эдагум СМ.

## The influence of Vigor Forte chemical preparation, biological preparation MERS grade B and biological growth stimulator Edagum SM on productivity of winter wheat

Mnatsakanyan A. A.

*Shown the efficiency of using biological preparation MERS grade B, Vigor Forte chemical preparation and biological growth stimulator Edagum SM in winter wheat varieties Grom.*

**Keywords:** winter wheat, productivity, biological preparation MERS grade B, Vigor Forte chemical preparation, biological growth stimulator Edagum SM.

Получить высокие урожаи при возделывании сельскохозяйственных культур возможно за счет грамотного ведения хозяйства, а именно соблюдения севооборотов, сроков посева, научно обоснованных доз удобрений и других агроприемов. Также на урожайность и качество продукции влияют почвенно-климатические условия местности.

К сожалению, люди не способны контролировать погодные условия в производственных масштабах, такие явления как заморозки, засуха, проливные дожди, суховеи и тому подобное могут отрицательно сказаться на возделываемых культурах и снизить их продуктивность.

Для сохранения и повышения урожайности сельскохозяйственных культур в критических условиях возделывания необходимо применять препараты для стимуляции роста растений и повышении их иммунитета к неблагоприятным условиям окружающей среды. Таким препаратом является Вигор Форте и Эдагум СМ.

Вигор Форте — регулятор роста растений оптимальным образом сочетающий синтетический аналог фитогормона роста (ауксина) и корректирующего комплекса НРК и микроэлементов. Эдагум СМ — натуральный биостимулятор роста и развития растений, выработанный на основе экологически чистого сырья — торфа.

С повышением в нашей стране общего уровня земледелия все больше аграриев вводят в стандартную технологию выращивания сельскохозяйственных культур новую систему удобрений с применением комплексных водорастворимых удобрений и микроэлементами. Один из которых МЭРС марка Б — новое поколение микробиоудобрений на основе соединений хлорофилло-витаминно-фитонцидного состава растений и микроэлементов, находящегося в растворимой, легко усваиваемой растениями форме.

Исследования проводились в Краснодарском НИИ сельского хозяйства им П.П. Лукьяненко, располо-

женном в центральной зоне Краснодарского края на черноземе выщелоченном сверхмощном слабогумусном.

Целью настоящих исследований является изучение влияния микробиоудобрения МЭРС марка Б, химического регулятора роста Вигор Форте, биостимулятора роста Эдагум СМ на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от доз азотных подкормок.

Опыт заложен в 4-х кратной повторности по предшественнику подсолнечник, на фоне внесения основного удобрения в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Высевался полукарликовый сорт озимой пшеницы — Гром, учетная площадь делянки  $28\text{ м}^2$ . Агротехника в опыте — общепринятая.

Почва опытного поля — чернозем выщелоченный малогумусовый сверхмощный тяжелосуглинистый по механическому составу.

Наши исследования показали, что применение изучаемых препаратов положительно сказалось на росте и развитии растений. Так, при обработке семян озимой пшеницы данными препаратами у растений наблюдалось увеличение корневой системы в среднем на 15% по сравнению с контролем, при обработке вегетирующих растений — рост площади листьев. Это в конечном резуль-

тате оказало влияние на продуктивность озимой пшеницы (таблица).

Как видно из таблицы, обработки семян озимой пшеницы микробиоудобрением МЭРС марка Б и химическим стимулятором роста Вигор Форте повысили урожайность на вариантах без азотной подкормки на  $0,3\text{ т/га}$ , биостимулятором Эдагум СМ — на  $1,2\text{ т/га}$ . Внесение ранневесенней азотной подкормки в дозе  $N50$  позволило получить прибавку урожайности  $0,8 — 1,0\text{ т/га}$  при использовании препаратов МЭРС марка Б и Вигор Форте.

Обработка вегетирующих растений озимой пшеницы в конце фазы кушения препаратами МЭРС марки Б и Вигор Форте при внесении азотной подкормки весной не привело к росту урожайности по сравнению с вариантом, на котором были обработаны только семена. Следует отметить рост урожайности на  $0,3\text{ т/га}$  от применения этих препаратов на вариантах без подкормки. Опрыскивание растений озимой пшеницы в конце кушения препаратом Эдагум СМ повысил урожайность на  $0,3\text{ т/га}$  независимо от дозы весенней подкормки.

Обработка озимой пшеницы изучаемыми препаратами в фазу молочной спелости не привела к росту урожайности.

Таблица 1. Влияние изучаемых факторов на продуктивность и качества зерна озимой пшеницы сорта Гром (2013 – 2014 гг).

Вариант (фактор А)		Доза азотных подкормок (фактор Б)	Количество продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup>	Масса зерна с колоса, г	Урожайность, т/га	Содержание клейковины	
						%	ИДК
Контроль		N0	504	0,89	4,5	24,4	70
		N50	504	0,95	4,8	25,8	71
Обработка МЭРС марка Б	Семен	N0	520	0,92	4,8	23,1	71
		N50	608	0,92	5,6	23,7	71
	Семена, конец кушения	N0	524	0,97	5,1	23,9	73
		N50	712	0,77	5,5	24,1	74
	Семена, конец весеннего кушения, молочная спелость	N0	432	1,27	5,5	24,6	73
		N50	572	0,98	5,6	26,3	75
Обработка Вигор Форте	Семен	N0	540	0,89	4,8	23,3	73
		N50	740	0,78	5,8	23,7	73
	Семена, конец кушения	N0	688	0,77	5,3	24,1	73
		N50	684	0,86	5,9	24,4	74
	Семена, конец весеннего кушения, молочная спелость	N0	568	1,00	5,7	24,8	72
		N50	812	0,75	6,1	26,0	75
Обработка Эдагум СМ	Семен	N0	656	0,87	5,7	23,1	72
		N50	720	0,79	5,7	23,4	23
	Семена, конец кушения	N0	556	1,08	6,0	24,7	73
		N50	656	0,91	6,0	25,1	73
	Семена, конец весеннего кушения, молочная спелость	N0	624	0,95	5,9	24,7	74
		N50	832	0,70	5,8	26,1	73
НСР05част					0,21		

Следует отметить, что прибавка урожайности от применения изучаемых препаратов получена за счет повышения продуктивного стеблестоя.

В годы исследований погодные условия в период уборки не способствовали получению зерна с высоким содержанием клейковины. На контроле её количество составило

24,4 — 25,8%. На вариантах с применением изучаемых препаратов наблюдалось полегание, в результате снизилось качество зерна. Только на вариантах с обработкой препаратами в фазу молочной спелости получено зерно с содержанием клейковины 26,0–26,3%.

## Изучение пищевой специализации хищного клопа-щитника *Perillus bioculatus* Fabr.

Нефёдова Мария Владимировна, младший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*Проведены исследования по пищевой специализации хищного клопа периллюса, в результате которых удалось подобрать оптимального насекомого-хозяина для разведения энтомофага в лабораторных условиях.*

**Ключевые слова:** хищный клоп, энтомофаг, пищевая специализация

## The study of food specialization predatory bug *Perillus bioculatus* Fabr.

M. V. Nefedova

*Studies on food specialization predatory bug *Perillus bioculatus* F., as a result of which it was possible to choose the optimal insect host for breeding entomophage in the laboratory.*

**Keywords:** predatory bug, entomophage, food specialization

Хищный клоп периллюс (*Perillus bioculatus* Fabr.) является одним из перспективных энтомофагов колорадского жука. Родина этого насекомого — Северная Америка, откуда еще в 30-х годах периллюс был привезен на территорию Европы. Многочисленные попытки энтомологов по акклиматизации периллюса не имели большого успеха. Поэтому исследования в этих направлениях прекратились, и сведения об этом насекомом в литературе практически не встречались вплоть до 2010 г.

С 2010 г. периллюс был обнаружен Крымском, Северском, Славянском, Красноармейском и Динском районе Краснодарского края, Аксайском районе Ростовской области [2] и Республики Адыгея [1, 5, 6], а также на территории Молдовы [3].

Литературные данные по пищевой специализации периллюса, относящиеся к 1968–1991 гг. отличаются от данных, полученных при изучении периллюса за последние годы, что позволяет говорить об изменчивости периллюса и о том, что нынешние природные популяции имеют новые свойства и характеристики.

При изучении пищевой специализации периллюса были использованы личинки 1–2 возраста. Кормление

производилось следующим образом: в чашку Петри с подстилкой из фильтровальной бумаги и смоченным ватным тампоном (под тампон подкладывался небольшой кусочек полиэтиленовой пленки) подавались насекомые-жертвы в количестве от 4–5 до до 10–20 (в зависимости от размера насекомого-жертвы).

Оценка качества естественного корма проводилась по биологическим показателям развития насекомых — продолжительности развития личиночных стадий до имаго, выживаемости, массе клопов и плодовитости самок.

По литературным данным *Perillus bioculatus* F. является узким оофагом. Однако, по сведениям, приводимым Г.В. Гусевым, живую культуру личинок периллюса в лабораторных условиях удавалось временно поддерживать не только на яйцах колорадского жука, но и на других видах насекомых, в частности на личинках и куколках фасолевой зерновки и личинках гороховой плодожорки [4].

В опытах, проводимых в 2014 г., в качестве корма периллюсу предлагались специально подготовленные гусеницы галлерии — *Galleria mellonella* L., личинки и куколки мучного хрущака — *Tenebrio molitor* L. и личинки эфестии — *Ephestia kuehniella* Zll.

При наблюдении за периллюсом было отмечено, что энтомофаг питается всеми предложенными видами корма, наиболее охотно насекомое питалось галлерией и эфестией. Также было замечено, что при достижении стадии имаго периллюс становился менее прожорливым. Результаты экспериментов по изучению пищевой специализации периллюса отражены в таблице 1.

Выход имаго периллюса при кормлении гусеницами вощинной моли составляет около 67%, при кормлении

личинками эфестии — 19%, мучного хрущака — 28,6%. Масса тела насекомых имеет наибольший показатель в опытах с использованием вощинной моли и мучного хрущака, наименьший — при использовании мельничной огневки.

По итогам экспериментов наиболее оптимальным кормом для разведения периллюса являются специально подготовленные гусеницы большой вощинной моли (*Galleria mellonella* L.).

Таблица 1. Влияние различного корма на биологические показатели хищного клопа *Perillus bioculatus* Fabr.

Показатели развития		Вид корма		
		Вощинная моль	Мельничная огневка	Личинки мучного хрущака
Продолжительность развития, сут.:				
Продолжительность развития личиночной стадии в среднем		21-22	32-33	21-24
Продолжительность жизни имаго		47-50	29-32	45-49
Продолжительность генерации		68-72	61-65	66-73
Средняя масса в день окрыления, мг:	Самцы	49,8	45,0	46,0
	Самки	63,2	61,0	78,0
Выход имаго, %		66,7	19,1	28,6
Количество яиц за весь период жизни, шт.		91	-	-

#### Литература:

1. Агасьева, И. С. Феномен акклиматизации хищного клопа *Perillus bioculatus* F. (Hemiptera, Pentatomidae) и перспективы его дальнейшего использования/И. С. Агасьева, В. Я. Исмаилов, Е. В. Федоренко, В. Д. Надькта // Международная научно-практическая конференция, посвященная 40-летию со дня организации РУП «Институт защиты растений» Минск, 5–8 июля 2011 г., с. 151–153
2. Артохин, К. С. Новые для фауны Ростовской области, в том числе инвазионные, виды насекомых/К. С. Артохин, П. К. Игнатова, Е. Н. Терсков // Кавказский энтомологический бюллетень том 8, вып. 2. — Ростов-на-Дону, 2012 с. 199–202
3. Гусев, Г. В. Энтомофаги колорадского жука. — М.: Агропромиздат, 1991. — 173 с.
4. Елисовецкая, Д. С. Хищный клоп *Perillus bioculatus* F. (Hemiptera, Pentatomidae) в республике Молдова/Д. С. Елисовецкая, В. В. Держанский // «Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем» Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии применения биологических средств защиты растений в производстве органической сельскохозяйственной продукции» 16–18 сентября, Краснодар 2014, с. 145–151
5. Исмаилов, В. Я. Изучение видового состава и трофических связей энтомофагов вредителей картофеля//В. Я. Исмаилов, И. С. Агасьева, Е. В. Федоренко, М. В. Нефедова // Наука Кубани №1, 2014, с. 36–39
6. Исмаилов, В. Я. Хищный клоп *Perillus bioculatus* F. Новый взгляд на возможности акклиматизации и перспективы использования/В. Я. Исмаилов, И. С. Агасьева // Защита растений №2, 2010, с. 30–31

## Поражаемость яровой пшеницы бурой ржавчиной и роль защиты в условиях Северного Казахстана

Олейник Айгуль Токтарбаевна, директор, магистрант;  
Рожкова Галина Ивановна, старший научный сотрудник;  
Костанайский филиал «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений»

*Изучение устойчивости сортов яровой пшеницы на искусственную зараженность возбудителем бурой ржавчины и анализ действия разно-компонентных фунгицидов.*

**Ключевые слова:** бурая ржавчина, искусственное заражение, урединиоспоры, фунгициды.

## Susceptibility of spring wheat leaf rust and the role of protection in Northern Kazakhstan

Oleinik Aigul Toktarbaevna director of Kostanai branch  
«English Scientific-Research Institute of protection and quarantine of plants», Master Name of Kostanai State University;  
hmet Baitursynov;  
Rozhkova Galina Ivanovna — senior research officer of Kostanai branch  
«Kazakh Scientific Research Institute of protection and quarantine of plants»

*Summary. Study of the stability of spring wheat varieties to artificial infestation of brown rust pathogen and analysis of the actions of different-component fungicides.*

**Keywords:** brown rust, artificial infection, urediniospores, fungicides.

Северные области Казахстана располагают огромными массивами черноземов, которые по своему плодородию относятся к лучшим почвам, позволяющим выращивать высокие урожаи яровой пшеницы. Высокая концентрация производства зерна в областях Северного Казахстана определяет ведущий характер в зерновом хозяйстве. Ведение зернового хозяйства имеет основные особенности с точки зрения климатических и производственно-экономических условий. Правильное возделывание пшеницы, получение высоких и устойчивых ее урожаев могут быть осуществлены только на основе тщательного изучения этих факторов, одним из которых является защита культуры от болезней [1].

Вспышки и распространения болезней в посевах яровой пшеницы случаются по годам, в зависимости от благоприятных погодных условий для их развития, т.е. при устойчивой теплой погоде и высокой влажности воздуха в июне — июле месяцах. Условия вегетативного периода 2014 года были далеко не простыми для сельскохозяйственных культур. Длительное отсутствие осадков весной, когда в течение полтора-двух месяцев после посевной выпало осадков всего 46% от среднегодовой нормы, привело к острому дефициту почвенной влаги и повлияло на рост и развитие зерновых культур. В июле месяце 2014 года выпало осадков 107,5мм, почти в два раза превысившие среднегодовую норму, и теплая погода создали оптимальные условия для развития болезней. По результатам проведенного фитосанитарного

мониторинга было выявлено появление и развитие ржавчинных заболеваний, среди которых доминирующее положение занимала бурая ржавчина *Puccinia recondita* Desm. Бурая ржавчина приносит существенный вред сельскому хозяйству Северного Казахстана. В зависимости от влажности и температуры воздуха гриб бурой ржавчины может дать несколько уредогенераций, способствующих распространению патогенна [2].

Устойчивый сорт является важнейшим элементом в системе защиты растений от болезней, но с абсолютной устойчивостью сорт создать невозможно и устойчивость к любому заболеванию рано или поздно может быть преодолена возбудителем.

Целью нашей научной работы являлось изучение устойчивости сортов яровой пшеницы на искусственную зараженность возбудителем бурой ржавчины и анализ действия разно-компонентных фунгицидов.

Для проведения опыта в лабораторных условиях перед инокуляцией вазонов с яровой пшеницей проверили всхожесть спор, используя гербарные образцы, пораженные бурой ржавчиной, собранные в разных районах Костанайской области. С помощью ватной палочки на питательную среду картофельно-глюкозного агара в чашках Петри равномерно распыляли споры бурой ржавчины. После проверки на жизнеспособность урединиоспор провели искусственное заражение на трех сортах яровой пшеницы нанесением сухих спор в смеси водной суспензии с добавлением одной-двух капель детергента TweenR 20 на ли-

стья, в фазу всходов (первый лист) выращенных в вазонах, затем наносили росу и помещали во влажную камеру при температуре  $18-10^{\circ}\text{C}$ . Через 16–20 часов растения переносили в камеры искусственного климата со среднесуточной температурой  $+20^{\circ}\text{C}$ . Анализировали зараженные листья растения на 7 день, на предмет проявления пустиль. Исследования проводили при контролируемых благоприятных условиях температуры и влажности для размножения бурой ржавчины. После проведенной инокуляции, распространение болезни на сорте Карабалыкская 90 составляло — 5%; сорте Омская 36—25%; сорте Омская 18—75%. Для проведения химической обработки использовали малообъемный пульверизатор. При закладке опыта отбирались фунгициды триазольной группы на основе один, двух и трех действующих веществ по схеме опыта: Пропиконазол, 250 г/л — 0,5 л/га; Триофанат-метил, 310 г/л + эпоксиконазол, 187 г/л — 0,3 л/га; Спироксамин, 250 г/л + тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л — 0,6 л/га.

В контрольном вазоне — листья, зараженные бурой ржавчиной, обрабатывались водой, в других вазонах — листья обрабатывались фунгицидами с разными действующими веществами. В ответ на инокуляцию фунгицидами наблюдали их эффективность и скорость действия на пу-

стулы бурой ржавчины. Действие фунгицидов спустя 7 дней после обработки, свидетельствует о стабильности защищенного эффекта, который усилился на 15 сутки, не зависимо от восприимчивости сорта. Биологическая эффективность действующего вещества Пропиконазол, 250 г/л против бурой ржавчины на 7 день составила: 71%; 70%; 69% на 15 день — 80%; 78%; 76% соответственно по сортам. Двух компонентный фунгицид — Триофанат-метил, 310 г/л + эпоксиконазол, 187 г/л показал себя на седьмой день по биологической эффективности 66%; 64%; 62% и на 15 день — 97%; 95%; 95% соответственно. Трехкомпонентный фунгицид — Спироксамин, 250 г/л + тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л на 7 сутки — 63%; 60%; 58% и на 15 суток — 95%; 95%; 93% соответственно по сортам.

Все представленные фунгициды с действующими веществами можно использовать для защиты от заболевания бурой ржавчинной. Действующие вещества двух и трех компонентные могут применяться, при высоком уровне сигнальной пораженности и при эпифитотийном развитии болезни. При умеренном развитии болезни можно использовать однокомпонентный фунгицид. Выбор фунгицидов будет зависеть от сигнальной пораженности культуры и финансовой возможности хозяйства.

#### Литература:

1. Джиембаев, Ж. Т. Болезни твердой пшеницы на Севере Казахстана, 1956, 44 с.;
2. Афонин, С. П., Ахмеров Р. А., Чигирев С. М., Такенов Р. А., Гилевич С. И. Экспертная система для определения целесообразности химзащиты яровой пшеницы против бурой ржавчины. Кустанай, 1989.

## Влияние препарата Мицефит на продуктивность озимой мягкой пшеницы

<sup>1</sup>Орехова Алла Николаевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;

<sup>1</sup>Дуденко Нина Васильевна, кандидат биологических наук, заведующий отделом;

<sup>2</sup>Малыхина Анна Николаевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;

<sup>1</sup>Тараканов Иван Германович, доктор биологических наук, заведующий лабораторией

<sup>1</sup>ФГБНУ Ставропольский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

<sup>2</sup>РГАУ — Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева

*Изучали влияние регулятора роста растений Мицефит на продуктивность озимой мягкой пшеницы в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Показано положительное действие этого препарата на урожайность и качество зерна. Исследования выявили иммуномодулирующие свойства Мицефита, биологическая эффективность которого достигает 50%.*

**Ключевые слова:** озимая пшеница, регуляторы роста растений, продуктивность, фитосанитарное состояние.

## The influence of the growth regulator Mitcefit on productivity of winter soft wheat

Orekhova A. N., Dudenko N. V., Malykhina, A. N., Tarakanov I. G.

*Studied the effects of growth regulator or Mitcefit on the productivity of winter wheat in the conditions of unstable wetting zone of the Stavropol territory. Revealed positive effect of this drug on yield and grain quality. Studies showed immunomodulatory properties of Mitcefit, biological efficiency reaches 50%.*

**Keywords:** winter wheat, plant growth regulators, productivity, phytosanitary condition.

Применение регуляторов роста является одним из путей оптимизации продукционного процесса у озимой пшеницы, что является важным элементом технологии возделывания этой культуры в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Изучалось влияние препарата *Мицефит* на продуктивность сортов озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Дар Зернограда и Краснодарская 99, различающихся по высоте стебля, урожайности и качеству.

Опыты проводились на базе Ставропольского НИИСХ в 2009 и 2010 гг. Посевы озимой пшеницы обрабатывали Мицефитом (ОАО «Биохиммаш», г. Москва). Обработку проводили на IV этапе органогенеза (этапы органогенеза — по [1]). Действующее вещество Мицефита — продукт метаболизма эндофитного гриба *Mycelium radicum* var *Ledum* шт. НЖ-13, выделенного из корней багульника. Химический класс действующего вещества — β-индолилуксусная кислота. В качестве стандарта использовался препарат *Крезацин*.

Содержание хлорофилла определяли по Lichtenthaler и Wellburn [2]. Технологическое качество зерна — в соответствии с требованиями ГОСТа. Учет урожая — прямым комбайнированием (Samro 500).

Одним из основных факторов формирования урожая растений является фотосинтез, эффективность которого может быть повышена за счет увеличения содержания хлорофилла при действии регуляторов роста. В наших исследованиях содержание хлорофилла в органах растений озимой пшеницы при действии препаратов *Мицефит* и *Крезацин*

повышается. Эти препараты оказали положительное влияние на содержание хлорофиллов *a* и *b* как в вегетативных, так и в генеративных органах, что является важным, так как хозяйственный урожай у пшеницы находится в более тесной зависимости от содержания хлорофилла в элементах колоса по сравнению с другими органами [3].

Повышение содержания хлорофиллов в колосе при применении препаратов в фазе кущения свидетельствует о пролонгированном действии изучаемых рострегулирующих веществ. В наших исследованиях содержание хлорофилла в элементах колоса у сорта Дар Зернограда увеличивается более, чем на 39%.

Таким образом, *Мицефит* оказывает положительное влияние на такой важный процесс в растительном организме как фотосинтез. За счет увеличения содержания хлорофилла во всех наземных органах происходит дополнительное накопление органического вещества, которое создает резерв для процессов реутилизации в развивающиеся зерновки как углеводов, так и азотистых соединений. Кроме того, образующиеся в процессе фотосинтеза фотоассимиляты транспортируются сразу в зерновки и используются на синтез углеводов, что, в конечном итоге, ведет к повышению урожайности.

Изучаемые препараты оказали положительное влияние на урожай зерна озимой пшеницы как у сорта Дар Зернограда, так и у Краснодарской 99 — урожайность повысилась на 5,5–9,8% (3,3–5,7 ц/га) за счет увеличения массы зерна с одного колоса (на 11,6–13,3%) и озерненности колоса (на 12,9–20,7%).

Важно отметить, что с ростом урожайности качество зерна не ухудшается — содержание клейковины и показатель ИДК в наших исследованиях практически не изменились. Однако, показатель силы муки, характеризующий хлебопекарное качество зерна, при применении *Мицефита* увеличивается на 69 е. а. у сорта Дар Зернограда, что позволяет перевести зерно из группы «удовлетворительный улучшитель» в группу «хороший улучшитель». У сорта Краснодарская 99 этот показатель при действии *Мицефита* несколько снижается — возможно, это связано с генотипическими особенностями структуры запасных белков.

Сложившиеся погодные условия 2009 года способствовали развитию фитопатогенной инфекции. Результаты об-

следования сортов озимой пшеницы выявили наличие септориоза и пиренофороза. Данные регуляторы роста растений показали достаточно высокую биологическую эффективность — до 45,4% при применении *Мицефита* на сорте Дар Зернограда на высоком инфекционном фоне. Скорее всего, это связано не с фунгицидным действием препаратов, а с тем, что и *Крезацин* и в большей степени *Мицефит* оказывают иммуномодулирующее воздействие на растения, повышая устойчивость растения к фитопатогенам.

Таким образом, препарат *Мицефит* можно использовать при возделывании озимой пшеницы для улучшения фитосанитарной обстановки посева, повышения урожайности и улучшения качества зерна.

Литература:

1. Куперман, Ф. М. Морфофизиология растений/Ф. М. Куперман. — М.: Высшая школа, 1984. — 240 с.
2. Lichtenthailer, H. K. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents /H. K. Lichtenthailer, A. R. Wellburn // Biochem. Soc. transactions. — 1983. — V. 603. — P. 591 — 592.
3. Андрианова, Ю. Е. Хлорофилл и продуктивность растений/Ю. Е. Андрианова, И. А. Тарчевский. — М.: Наука, 2000. — с. 6 — 72.

## Влияние некоторых аминокислот на рост *Rhodococcus erythropolis* B2

Отрошко Дмитрий Николаевич, аспирант;

Журавель Юлия Сергеевна, студент;

Волченко Никита Николаевич, кандидат биологических наук, старший преподаватель;

Самков Андрей Александрович, кандидат биологических наук, научный сотрудник;

Худокормов Александр Александрович, кандидат биологических наук, научный сотрудник;

Карасёва Эмма Викторовна, кандидат биологических наук, профессор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Кубанский государственный университет»

Исследовано влияние четырёх аминокислот, которые входят в состав корневых экссудатов, на рост нефтеокисляющего штамма бактерии *Rhodococcus erythropolis* B2. Наибольший стимулирующий эффект на рост данного штамма оказали глутаминовая кислота и аргинин.

**Ключевые слова:** нефтеокисляющие родококки, корневые экссудаты, растительно-микробные взаимодействия

## Influence of fourth amino acids on the growth of *Rhodococcus erythropolis* B2

Otroshko D. N., Zhuravel Yu. S., Volchenko N. N., Samkov A. A., Khudokormov A. A., Karaseva E. V.

Some amino acid affects on the growth of *Rhodococcus erythropolis* B2. This amino acids contain in exudates of plant root system. Arginine and glutamic acid showed greatest stimulatory effects on bacterial growth.

**Keywords:** oil degrading rhodococci, root exudates, plant-microbe interaction.

Изучение растительно-микробных взаимодействий представляет не только теоретический интерес, но и важны с практической точки зрения — технологий фиторемедиации (ризоремедиации) [1, 2]. Растения выде-

ляют через корневую систему около 21% углерода, фиксируемого в ходе фотосинтеза. В состав корневых выделений (экссудатов) входят макромолекулы (белки, полисахариды) и молекулы с малым молекулярным весом

(моносахара, аминокислоты, органические кислоты) [3]. Последняя группа веществ является предпочтительным источником питания для многих ризосферных бактерий.

Аминокислоты являются вторым, наиболее встречающимся классом низкомолекулярных соединений в ризосфере после сахаров. Они играют важную роль в образовании биопленок бактериями [4]; могут выступать в качестве источника энергии [5]; например, триптофан является предшественником фитогормона ауксина [6].

Нами было исследовано влияние на рост штамма бактерии — нефтеструктора *Rhodococcus erythropolis* В2 аминокислот. Ранее данный штамм родококков интенсивно использовался в технологии биоремедиации нефтезагрязненных территорий в условиях Юга России [7]. Кроме того, данный микроорганизм обладает способностью к синтезу ауксина [8]. Было использовано 4 различных аминокислоты, которые встречаются наиболее часто в составе корневых экссудатов (триптофан, аргинин, серин, глутаминовая кислота) [9]. Микроорганизмы выращивались на минеральной среде с добавлением сахарозы в качестве источника углерода.

Интенсивность роста *Rhodococcus erythropolis* В2 на минеральной среде с сахарозой различается в зависимости от используемых аминокислот, входящих в состав корневых экссудатов растений.

Добавление в среду аминокислот вызывало прирост оптической плотности суспензии бактерий в 3 раза и более. Наименьшим рост-стимулирующим эффектом обладал триптофан — вероятно, что он расходуется клетками как предшественник для синтеза фитогормона ауксина, а не на прирост биомассы. Наибольший стимулирующий эффект наблюдается при наличии в среде глутаминовой кислоты и аргинина. Это может свидетельствовать об их возможной роли как стимуляторов роста для родококков в ризосфере.

Таким образом, взаимодействия между *Rhodococcus erythropolis* В2 и растениями могут иметь мутуалистический характер: растения через свою корневую систему выделяют аминокислоты и другие органические соединения, которые стимулируют прирост бактериальной биомассы.

#### Литература:

1. Thijs, S., Vangronsveld J. Rhizoremediation //Principles of Plant-Microbe Interactions. — Springer International Publishing, 2015. — P. 277–286.
2. Nanekar, S. et al. Microbe assisted phytoremediation of oil sludge and role of amendments: a mesocosm study // International Journal of Environmental Science and Technology. — 2015. — Т. 12. — №. 1. — с. 193–202.
3. Lugtenberg, B. Life of Microbes in the Rhizosphere //Principles of Plant-Microbe Interactions. — Springer International Publishing, 2015. — P. 7–15.
4. Мое, L. A. Amino acids in the rhizosphere: from plants to microbes //American journal of botany. — 2013. — Т. 100. — №. 9. — P. 1692–1705.
5. Zahar Haichar F. et al. Root exudates mediated interactions belowground //Soil Biology and Biochemistry. — 2014. — Т. 77. — P. 69–80.
6. Duca, D. et al. Indole-3-acetic acid in plant — microbe interactions //Antonie Van Leeuwenhoek. — 2014. — Т. 106. — №. 1. — P. 85–125.
7. Волченко, Н. Н., Карасёва Э. В. Скрининг углеводородоксилирующих бактерий — продуцентов поверхностно-активных веществ биологической природы и их применение в опыте по ремедиации нефтезагрязненной почвы и нефтешламма // Биотехнология. — 2006. — №. 2. — с. 57 — 62.
8. Карасёва, Э. В. и др. Нефтеокисляющий штамм *Rhodococcus erythropolis* В2 как основа создания биопрепарата для ликвидации углеводородных загрязнений и рекультивации земель // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2012. — №. 83
9. Муратова, А. Ю. Растительно — микробные ассоциации в условиях углеводородного загрязнения // Дисс. на соиск. докт. биол. наук, Саратов, 2013, 382 с.

## Изучение механизмов взаимодействия фитопатогенных грибов pp. *Fusarium* и *Pyrenophora* со штаммами-продуцентами биопрепаратов *Bacillus subtilis*

Павлова Марина Дмитриевна, аспирант;

Асатурова Анжела Михайловна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*Исследован характер и динамика микроскопических повреждений мицелия фитопатогенных грибов pp. Fusarium и Pyrenophora при совместном культивировании со штаммом-продуцентом биопрепарата B. subtilis BZR 336g. Установлено, что штамм B. subtilis BZR 336g может проявлять гиперпаразитизм по отношению к микромицетам рода Fusarium. Выдвинуты возможные механизмы наблюдаемых изменений мицелия патогенов.*

**Ключевые слова:** *встречные культуры, микроскопирование, механизм взаимодействия, штамм-антагонист, Bacillus subtilis, Fusarium graminearum, Fusarium oxysporum var. orthoceras, Pyrenophora tritici-repentis.*

## Research of interactions between phytopathogenic fungi of the genera *Fusarium* and *Pyrenophora* with the biopesticide-producing strains *Bacillus subtilis*

Pavlova M. D., Asaturova A. M.

Federal State Budget Scientific Institution

«All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection Russian Academy of Agricultural Sciences»

*The nature and dynamics of microscopic mycelium lesions of pathogens Fusarium and Pyrenophora when co-cultured with the biopesticide-producing strain B. subtilis BZR 336g was researched. It was established that the strain B. subtilis BZR 336g may act as a hyperparasite towards phytopathogenic fungi of the genus Fusarium. Possible mechanisms of the observed changes in the mycelium of pathogens were proposed.*

**Keywords:** *dual cultures, microscopic examination, phytopathogen mycelium lesions, antagonistic strain, Bacillus subtilis, Fusarium, Pyrenophora.*

Грибы родов *Fusarium* и *Pyrenophora* являются одними из возбудителей экономически значимых болезней озимой пшеницы. Разработка и применение микробных биопрепаратов — один из перспективных методов снижения вредоносности указанных патогенов.

Создание эффективных микробиологических средств защиты растений предполагает изучение механизмов взаимодействия микробов-антагонистов с патогенами. Поэтому задача настоящего исследования — изучить механизм антифунгального действия перспективного штамма-продуцента биопрепарата *B. subtilis* BZR 336g в отношении возбудителей фузариоза и желтой пятнистости листьев озимой пшеницы. Совместное культивирование осуществляли на оптимизированной агаризованной среде (ориг.) методом встречных культур в течение десяти суток при температуре 28 °C [1].

Объектом данного исследования послужили новый штамм-продуцент биопрепарата *B. subtilis* BZR 336g [2], а также культуры фитопатогенных грибов *Fusarium graminearum* Schwabe, *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai и *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler из коллекции ФГБНУ ВНИИБЗР.

При микроскопировании встречных культур штамма *B. subtilis* BZR 336g с грибами рода *Fusarium* нами было условно выделено две формы воздействия антагониста на тестируемые грибы: дистантное и контактное. При дистантном воздействии на вторые-четвертые сутки совместного культивирования между мицелием патогена и культурой бактерии сохранялась стерильная зона и были отмечены первые признаки ингибирования роста мицелия патогена. Для видов рода *Fusarium* при этом наблюдалось повышенное ветвление и израстание гиф, а также вздутие их апикальных сегментов. Затем на четвертые-седьмые сутки совместной инкубации происходил массовый разрыв апиксов гиф, вакуолизация цитоплазмы, образование хламидоспор и клеток хламидоспорового типа. Отмечено обильное формирование микроконидий на более ранних этапах развития в варианте с тест-культурой гриба *F. oxysporum* var. *orthoceras* и бактерией по сравнению с контролем без антагониста.

Контактное действие наблюдалось на более поздних стадиях совместного культивирования — на пятые-десятые сутки при нарастании бактериальной колонии

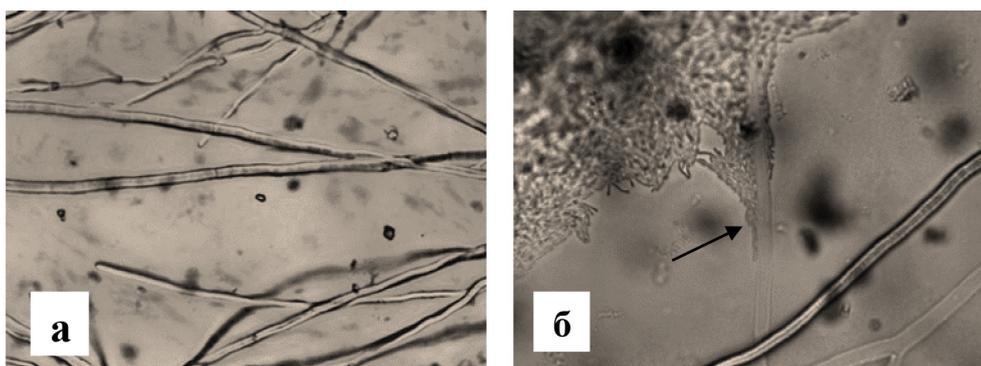


Рис. 1. Мицелий *F. graminearum* на пятые сутки инкубации, увеличение x 400 (ориг.): а — контроль (без антагониста); б — вариант с антагонистом *B. subtilis* BZR 336g

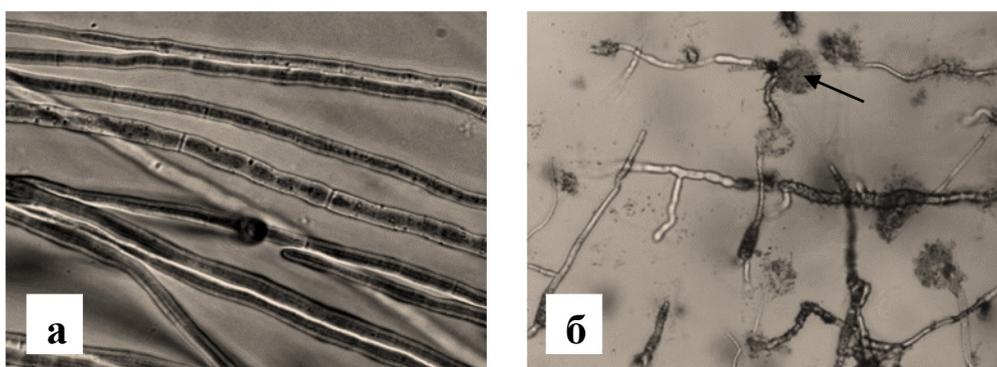


Рис. 2. Мицелий *P. tritici-repentis* на пятые сутки инкубации увеличение x 400 (ориг.): а — контроль (без антагониста); б — вариант с антагонистом *B. subtilis* BZR 336g

на гифы патогенов. При этом происходила адсорбция бактериальных клеток на поверхности гиф (рис. 1б), постепенный лизис гиф и, как следствие, полная деградация мицелия патогенов. При этом в контрольном варианте наблюдался нормальный рост и развитие грибов (рис. 1а).

Патоген *P. tritici-repentis* оказался более чувствительным к дистантному действию метаболитов штамма *B. subtilis* BZR 336g: рост мицелия патогена прекращался уже в первые 24 часа совместного культивирования. Прямого контакта с бактериальной колонией не происходило, но при этом наблюдалась пигментация мицелия, деформация, укорочение, вздутие сегментов и распад гиф на отдельные фрагменты, а также выход пигментированного содержимого наружу (рис. 2б). Все вышеуказанные изменения отсутствовали в контрольном варианте без антагониста (рис. 2а).

Таким образом, нами установлено, что исследуемый штамм-продуцент биопрепарата обладает фунгицидной активностью, то есть способен выделять антифунгальные вещества, под воздействием которых происходит ингибирование и разрушение фитопатогенных грибов. Можно предположить, что дистатное действие штамма-антагониста обеспечивается, главным образом, за счет синтеза антифунгальных метаболитов и конкуренции за источники питания, а контактное — за счет гиперпаразитизма. Как установлено нами в более ранних исследованиях, антифунгальные метаболиты исследуемого штамма представлены антибиотическими соединениями, предположительно пептидной природы, и экзоферментами, преимущественно группы липаз и протеаз [3]. Важно подчеркнуть, что рассмотренные аспекты не исчерпывают всех возможных механизмов действия, в связи с чем необходимы дополнительные исследования.

#### Литература:

1. Егоров, Н.С. Выделение микробов-антагонистов и биологические методы учета их антибиотической активности/Н.С. Егоров. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1957. — 78 с.
2. Положительное решение о выдаче патента РФ от 27.02.2015 г. по заявке на патент РФ №2013151377 от 20.11.2013 Штамм бактерий *Bacillus subtilis* BZR 336g для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов./Асатурова А.М., Дубяга В.М.; Заявл. 20.11.2013

3. Павлова, М.Д. Механизм и спектр антифунгального действия новых биопрепаратов на основе бактерий *Bacillus subtilis* для защиты сельскохозяйственных культур от экономически значимых болезней/М.Д. Павлова, А.М. Асатурова, Т.М. Сидорова [и др.] // VIII Международная научно-практическая конференция «Биотехнология: состояние и перспективы развития». М. — 2015. — с. 63–64

## Новый способ применения феромонов и энтомопатогенов насекомых для регулирования численности вредных видов

Пачкин Алексей Александрович, научный сотрудник;  
Исмаилов Владимир Яковлевич, кандидат биологических наук,  
заместитель директора по научной и инновационной деятельности ВНИИБЗР;  
Пушня Марина Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;  
Садковский Виталий Трофимович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;  
Саламатин Владимир Николаевич, аспирант  
Всероссийский НИИ биологической защиты растений (г. Краснодар)

*Нарушение нормальных репродуктивных связей и создание эпизоотий в популяциях вредителей является перспективным направлением, способствующим развитию экологизированных систем защиты растений. Предлагаемый новый метод заключается в «наводнении» популяции вредителя насекомыми с феромонной меткой и патогеном целевого вида, которая аппликуруется на насекомых и разносится в станции. В качестве носителей метки используется как целевой вид, так и представители различных видов, массово присутствующих в ценозе.*

**Ключевые слова:** феромоны, феромонная метка, энтомопатогены, аппликация, внутри и межвидовая химическая коммуникация, фитофаги яблонного сада.

## New prospects of insect pheromones and entomopathogen application for the number regulation of dangerous species

A. A. Pachkin V. Ya Ismailov, M. V. Pushnya, V. T. Sadkovskii, V. N. Salamatin  
All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, Krasnodar, Russia

*The violation of normal reproductive links and creation of epizootics in the pests populations is the perspective trend that forwards the development of ecological plant protection. The novel suggested method consists in the population «inundation» with the insects, possessing the pheromone and pathogens mark of the target species that is sticked on the insects and carried over the stations. At that, both target species and representatives of different insect species and orders that are massively present in the cenosis are used as the mark carriers.*

**Keywords:** Pheromone, pheromone and pathogens mark, sticked, intra- and interspecial chemical communications, apple garden's phitophages.

Существующие на данный момент способы применения феромонов и энтомопатогенов для снижения численности вредителей с/х-культур по различным причинам не позволяют сдерживать их численность на хозяйственно неощутимом уровне, в связи с чем есть необходимость поиска новых, перспективных методов.

Предлагаемый новый способ заключается в «наводнении» популяции вредителя насекомыми с феромонной меткой и патогенами целевого вида, которые аппликуруются на насекомых и разносится в станции. Причем, в качестве носителей биоагентного состава используется как целевой вид, так и представители раз-

личных видов и отрядов насекомых, массово присутствующих в ценозе.

В качестве целевого вида — вредителя используемого при разработке метода использовали доминирующего вредителя яблони — яблонную плодожорку (*Cydia pomonella* L.)

В связи с поставленной задачей использования массовых видов ценоза яблони было необходимо проведение исследований связанных с определением совместимости феромонов видов используемых в качестве носителей феромонной метки целевого вида, определения их миграционных способностей, совместимости динамик лета с це-

левым видом, разработка устройств для привлечения видов — агентов и аппликации на них биоагентов.

Изучение представителей ценоза яблони позволило выделить виды используемые в качестве носителей феромона и патогенов яблонной плодовой гнили — нижне-сторонняя минирующая моль (*Lithocolletis pyryfoliella* Grsm.), сливовая плодовая гниль (*Grapholitha funebrana* Tr.), восточная плодовая гниль (*Grapholitha molesta* Tr.).

Изучение совместимости феромонов отмеченных видов не показало значительного взаимно-отрицательного влияния, что позволяет использовать их в разработке метода диссеминации.

Изученные миграционные способности видов позволяют получить данные об их численности и вертикальном распределении на исследуемой территории, что необходимо для оптимального распределения аппликирующих устройств на единицу площади.

Для аппликации феромонов и энтомопатогенов разработаны аппликирующие устройства, конструкция которых предохраняет препаративные формы биоагентов от воздействия внешних факторов и позволяет аппликовать на привлеченных насекомых максимальное количество препаративной формы.

Разработанная препаративная форма феромона представляет собой мелкодисперсный порошок — воск естественного происхождения, с электростатической способностью «прилипать» к кутикуле насекомых.

Параллельно с аппликацией феромонов изучалась возможность использования и разработаны препаративные формы энтомопатогенов-нематод, вирусных препаратов, и препаратов на основе *Bacillus thuringiensis*.

Проведенные испытания по нарушению химической коммуникации яблонной плодовой гнили при аппликации на видов — агентов феромона целевого вида показали уменьшение эффективности привлечения имаго яблонной плодовой гнили в опыте на 30% в сравнении с эталоном.

Аппликация препаративной формы вируса гранулеза яблонной плодовой гнили на насекомых агентов позво-

лила получить снижение повреждения урожая на 12,5% и двукратного увеличения количества погибших гусениц ушедших на зимовку в ловчие пояса в сравнении с эталоном.

Опыты по аппликации энтомопатогенных нематод *Steinernema feltiae* Filipiev на привлеченных видов — агентов с целью снижения численности целевого вида — яблонной плодовой гнили показали следующие результаты. Анализ почвы и отловленных насекомых позволил выявить увеличение количества инвазионных личинок в почве от 90 до 150 и от 50 до 100 экземпляров на глубине 5 и 10 см. Более 30% отловленных в опыте насекомых были заражены вносимыми в стацию путем горизонтального распространения энтомопатогенными нематодами.

Описанные результаты опытов получены при использовании ограниченного количества видов — агентов обусловленного применением половых феромонов в качестве привлекающего элемента.

В процессе разработки устройств для привлечения видов — носителей и аппликации на них биоагентов были разработаны аппликаторы на основе сверхъярких светодиодов которые позволят многократно повысить количество используемых насекомых — агентов носителей феромонной метки и патогенов. Так сумма привлеченных в феромонные ловушки за период лета указанных выше видов — агентов составила в среднем 2878,8 имаго на 1 феромонную ловушку. Использование разработанных светоловушек за аналогичный период позволило привлечь в среднем 18093 экз. на одну светоловушку потенциальных носителей феромонной метки и патогена включая представителей полезной энтомофауны. При этом важно отметить, что использование видоспецифичных биоагентных составов аппликируемых на привлеченных насекомых способно обеспечить безопасность полезной энтомофауны — как важнейшего элемента формирования стабильных агроценозов.

## Биопестицид «Мультифаг» на основе бактериофагов для биологической защиты растений от бактериозов

Пилипчук Татьяна Андреевна, магистр биологических наук, младший научный сотрудник;  
Герасимович Александра Демьяновна, магистр биологических наук, младший научный сотрудник;

Ананьева Ирина Николаевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;

Новик Галина Ивановна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией

Коломиец Эмилия Ивановна, доктор биологических наук, директор Института микробиологии НАН Беларуси, заведующая лабораторией средств биологического контроля;

Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

Попов Федор Антонович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник  
РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси, Минский район, аг. Прилуки, Республика Беларусь

*Разработаны технологии получения и применения биопестицида «Мультифаг» на основе консорциума бактериофагов фитопатогенных бактерий *P. syringae*, *P. fluorescens* и *P. putida* для защиты растений от бактериозов. В условиях полевого эксперимента подтверждена высокая эффективность разработанного препарата.*

**Ключевые слова:** бактериофаги, бактериозы, защита растений, биологический препарат «Мультифаг».

## Biopesticide multiphage based on bacteriophages for biological control of plant bacterial diseases

Pilipchuk T. A., Gerasimovich A. D., Ananyeva I. N., Novik G. I., Kolomiets E. I., Popov F. A.

*Technologies for production and application of biopesticide Multiphage based on consortium of bacteriophages infecting phytopathogenic bacteria *P. syringae*, *P. fluorescens* and *P. putida* were developed to control bacterial diseases in plants. High efficiency of developed biopreparation was confirmed in field experiment.*

**Keywords:** bacteriophages, bacterioses, plant protection, biological preparation Multiphage.

Фитопатогенные бактерии рода *Pseudomonas* наносят существенный ущерб сельскому хозяйству, поражая наземные и подземные части растений [1]. Сложности, возникающие при борьбе с фитопатогенными бактериями рода *Pseudomonas*, обусловлены тем, что данные микроорганизмы способны образовывать биопленки на поверхности растений [2]. Применяемые химические средства защиты небезопасны в экологическом отношении и малоэффективны в связи с развитием устойчивых к ним штаммов бактерий [3].

Для защиты растений необходимо разрабатывать экологически ориентированные технологии, основу которых составляют микробиологические средства, обладающие высокой эффективностью и селективным механизмом действия. Широкое внедрение биологических препаратов в сельское хозяйство позволит получить существенный экономический эффект за счет повышения урожайности растений и качества сельскохозяйственной продукции. Использование бактериофагов для защиты растений от бактериозов имеет большое практическое значение в связи с сокращением использования химических веществ в сельском хозяйстве [4].

Цель работы — разработка технологии получения и применения биопестицида «Мультифаг» на основе кон-

сорциума бактериофагов фитопатогенных бактерий *P. syringae*, *P. fluorescens* и *P. putida* для защиты овощных культур от бактериозов.

Задачами явились: 1) создание консорциума бактериофагов; 2) разработка способа получения и хранения препарата; 3) изучение эффективности биопестицида на основе бактериофагов против бактериоза огурца.

Подобран консорциум бактериофагов, состоящий из 6 штаммов, выделенных из растений с признаками бактериального поражения, и коллекционных бактериофагов, отобраных по признаку литической активности. Показано, что консорциум бактериофагов, на основе которого создан биопестицид «Мультифаг», содержит физиологически активные бактериофаги, способные лизировать клетки фитопатогенных бактерий рода *Pseudomonas*, в частности бактерии *P. syringae*, *P. fluorescens* и *P. putida*. Бактериофаги, входящие в консорциум, проявляют устойчивость к хлороформу в концентрации 1–4%, характеризуются высоким титром  $\sim 1,0 \times 10^{10}$  БОЕ/мл, являются непатогенными и нетоксигенными.

На базе Биотехнологического центра Института микробиологии НАН Беларуси оптимизированы условия культивирования бактерии-хозяина *P. fluorescens* БИМ В-582 и консорциума бактериофагов, составляющий основу био-

пестицида «Мультифаг». Показано, что наибольший титр бактериофагов обеспечивается при выращивании культуры при скорости вращения мешалки 70 об/мин, уровне аэрации 1,0 л/л среды в минуту и температуре 27°C (ферментер LiFlus SP-100 L). Экспериментально установлено, что наиболее эффективным способом хранения препарата, на основе консорциума бактериофагов, является криоконсервация при температуре -70°C с использованием 10% глицерола в качестве протектора. Срок хранения бактериофагов при использовании данного метода составляет около 2 лет.

Оценивая полученные результаты по биологической эффективности биопестицида «Мультифаг» в борьбе

с угловатой пятнистостью листьев огурца можно констатировать, что трёхкратная обработка растений 2% водным раствором препарата снижает развитие болезни на 48–51% и позволяет дополнительно получить от 12 до 16% экологически чистой овощной продукции. Профилактическое опрыскивание растений огурца в фазу начала цветения повышает эффективность биопестицида «Мультифаг» при последующих обработках. Полученные данные свидетельствуют, что препарат на основе консорциума фагов проявляет активность в отношении возбудителя бактериоза огурца и может использоваться для контроля фитопатологической ситуации в агроценозе данной сельскохозяйственной культуры.

Литература:

1. Фитопатогенные бактерии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://plant.geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st014.shtml>. – Дата доступа: 24.04.2015.
2. Fuhrman, J. A. Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects/J. A. Fuhrman // Nature. — 1999. — Vol. 399. — 541 с.
3. Дьяков, Ю. Т. и др. Микроорганизмы — паразиты растений/Ю. Т. Дьяков [и др.] Фундаментальная фитопатология/под ред. Ю. Т. Дьякова — Красанд: Москва, 2012. — 58 с.
4. Бактериофаги: биология и практическое применение/Под ред. Элизабет Каттер, Александра Сулаквелидзе // науч. ред. А. В. Летаров. — М.: Научный мир, 2012. — 640 с.

## Защита семенных посадок табака от хлопковой совки

Розинцев Кирилл Евгеньевич, аспирант;

Плотникова Татьяна Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий (г. Краснодар)

*Для защиты семенных посадок табака от повреждений хлопковой совкой предлагается система, включающая обработки соцветий растений вирусным препаратом на фоне массового отлова вредителя. Установлено, что на фоне «самцового вакуума» трёхкратная обработка вирусным препаратом ФермоВирин ХС (норма расхода 4 г/га) сокращает численность личинок на 62% и снижает количество повреждённых коробочек на 77%.*

**Ключевые слова:** табак, хлопковая совка, феромонная ловушка, массовый отлов, вирусный препарат, эффективность.

## Protection the tobacco fields utilized for seed production against cotton bollworm

Rozintcev K. E., Plotnikova T. V.

*System for protection tobacco seeds against cotton bollworm is proposed. It includes inflorescences treatment with viral preparation in combination with mass pest trapping. It is discovered, that triple treatment with viral preparation «FermoVirin XC» (in quantity 4g/ha) in combination with male vacuum decreases quantity of maggots by 62%, and quantity of damaged bolls by 77%.*

**Keywords:** tobacco, cotton bollworm, pheromone traps, mass trapping, viral preparations, efficiency.

Большой урон табачным посадкам наносит много-ядный вредитель сельскохозяйственных культур — хлопковая совка. Гусеницы фагопитаются листьями

табака, скелетируя их. По мере роста личинки могут внедряться внутрь стеблей. Однако наиболее привлекательными для питания личинок являются репродуктивные

органы растений: цветки и семенные коробочки. Личинки выгрызают в них отверстия, при завязывании семян выедают их, что значительно сокращает их количество. Эта проблема особо актуальна при получении семян табака на производственных, коллекционных и селекционных посадках. Усугубляется ситуация при изоляции соцветий для предотвращения переопыления, так как под изоляторами они становятся более привлекательным и безопасным местом для питания гусениц. В связи с этим, основной целью наших исследований являлась разработка системы защиты табака от хлопковой совки, предусматривающая сохранение запланированной урожайности сырья и семян табака. В селекционной работе технология получения семян строится целиком на ручном труде и подразумевает двух — трёхкратное открытие изоляторов для оценки процесса формирования семян, поэтому целесообразно совместить с этими приёмами обработки соцветий табака для снижения численности гусениц вредителя. При этом препараты должны быть, прежде всего, безопасными для человека и эффективными против фитофага.

Исследования по снижению вредоносности гусениц хлопковой совки проводятся в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве с Федеральным государственным бюджетным учреждением науки институтом органической химии Уфимского научного центра Российской академии наук (ФГБУ ИОХ УНЦ РАН) и ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений» (ВНИИБЗР). За основу разрабатываемой системы взят метод массового отлова самцов вредителя с помощью синтетических феромонов (создание «самцового вакуума») совместно с применением энтомопатогенного вирусного препарата ФермоВирин ХС.

За период проведённых исследований, благодаря ежегодно проводимым массовым отловам самцов хлопковой совки удалось значительно сократить численность вредящей стадии фитофага. Так, в 2011 г. с 1 га посадок табака отловлено 74 бабочки, при этом повреждённость растений составила 45–50%, количество гусениц на данных растениях — 1–2 экземпляра. В 2012 г. отмечено нарастание численности фитофага более чем в 6 раз: с 1 га посадок отловлено 474 бабочки, число повреждённых растений достигло к концу вегетации 98%, количество личинок в среднем отмечалось 4–5 экз./растение, на некоторых растениях их численность приблизилась к 10 экземплярам. В 2013 г., несмотря на продолжающееся нарастание численности фитофага, установленное при массовом отлове самцов (отловлено за сезон 792 бабочки/га), массовый отлов способствовал снижению количества повреждённых растений в сравнении с прошлым годом

на 20% и составил 78%. Численность гусениц при этом не превышала 4–5 экз./растение. Применение самцового вакуума на четвёртый год проявилось как снижением численности бабочек при отлове (за вегетационный период отловлено 387 бабочек), так и уменьшением повреждённости растений табака [1]. В 2014 г. к концу вегетации повреждённость растений составила 62%, численность вредителя не превышала 7 экз./100 растений. При этом незначительные повреждения были выявлены только к концу вегетации на пасынках и на соцветиях запоздавших по срокам цветения растений табака.

Для проведения массового отлова бабочек оптимальной дозой феромона является 2 мг феромона/ловушку с продолжительностью действия одна неделя. Количество ловушек корректируется в зависимости от интенсивности лёта бабочек. При отлове за неделю самцов вредителя 50–80 экз./га достаточно 5 — 8 ловушек, при более 100 экз./га необходимо либо установить дополнительные ловушки от 3 — 10 штук, либо проводить смену вкладышей 1 раз в 3–4 дня. При низкой численности отловленных вредителей клейкий вкладыш можно оставлять для работы на следующую неделю при условии полной очистки его от пойманных ранее насекомых.

Для защиты семенных посадок (производственных, селекционных и коллекционных участков) положительных результатов метода массового отлова при высокой численности вредителя может быть не достаточно. С этой целью эффективным дополнением к данному методу являются обработки соцветий табака биопрепаратами. Так, трёхкратная еженедельная обработка соцветий препаратом ФермоВирин ХС (в нормах расхода 1 и 4 г/га) перед первым пиком лёта при отлове за неделю не менее 10–15 бабочек с 1 га, на фоне массового отлова самцов, позволяет сократить численность личинок на 38–62% и снизить на 40–70% количество повреждённых семенных коробочек соответственно нормам расхода. При этом установлено, что эффективность вирусного препарата по снижению повреждённости растений без изоляторов выше (она достигла 77%), чем под ними (70%).

Таким образом, исследованиями установлено, что ежегодный массовый отлов самцов вредителя на семенных посадках табака позволяет за 3–4 года снизить численность вредителя и повреждённость растений, а трёхкратная обработка вирусным препаратом ФермоВирин ХС (4 г/га) соцветий табака при высокой численности вредителя на фоне «самцового вакуума» сокращает численность гусениц на 62% и количество повреждённых коробочек на 77%. Данная система может быть реализована не только на табаке, но и на других культурах, повреждаемых хлопковой совкой.

#### Литература:

1. Плотникова, Т. В., Ишмуратов Г. Ю., Исмаилов В. Я., Розинцев К. Е. Экологичные и эффективные пути регулирования численности хлопковой совки (*Helicoverpa armigera* Hbn.) в посадках табака // Международный сельскохозяйственный журнал, 2014. №6, с. 34–37.

## Создание исходного материала в селекции эксклюзивных сортов риса в Казахстане

Рысбекова Айман Бокеновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;

Казкеев Даурен Табылтаевич, магистр агрономии, научный сотрудник;

Усенбеков Багдаулет Наубаевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией;

Жанбырбаев Елдос Алмабекович, докторант;

Мошан Баршын Изтилеуқызы, стажер-исследователь;

Сартбаева Инабат Абибуллаевна, докторант

Институт биологии и биотехнологии растений КН МОН Республики Казахстан (г. Алматы)

*Проведены селекционные работы по созданию исходного материала риса с окрашенным перикарпом. Получено 607 гибридных зерновок F<sub>1</sub> поколений из 43 комбинации, с помощью ПЦР метода проведена идентификация гена *Pb*, контролирующей признак антоциановой окраски перикарпа риса.*

**Ключевые слова:** *черный рис, гибридизация, *Pb* ген, ПЦР, гибриды.*

*Breeding work was conducted to create the initial colored rice material. Total 607 number of hybrid kernels of F<sub>1</sub> generations were obtained in various 43 combinations. *Pb* gene, controlling purple pericarp color in rice were identified using PCR method*

**Keywords:** *black rice, hybridization, *Pb* gene, PCR, hybrids.*

Рис — вторая по распространенности в мире зерновая культура, посевы которой размещены в 112 странах на площади 145 млн. га, а годовое производство зерна составляет приблизительно 420–500 млн. тонн [1]. В последнее время, в решении проблем старения высокую актуальность приобретает рис с окрашенным перикарпом или «черный рис». В черном рисе содержится растительные волокна, которые предотвращает заболевание раком и проблемы сердечно-сосудистой системы [2, 3]. В образцах отрубей черного риса обнаружены большое количество антиоксидантов, которые предотвращает повреждение ДНК, поглощать вредные молекулы в организме и замедлить старение человеческого организма. Черный рис содержит все витамины группы В, Е, РР, микроэлементы — калий, магний, фосфор, цинк, марганец [4]. Импортируемый рис с окрашенным перикарпом, в частности «черный рис» в 5–6 раз дороже обычного риса, что делает его недоступным для широких слоев населения. Селекция по данному направлению в Казахстане до сих пор не проводилась. Целью работы является создание исходных форм риса с окрашенным перикарпом для селекции отечественных сортов.

Создание изменчивости путем скрещивания является одним из главных методов в селекции. В оранжерее ИББР пневмокастрацией и ТВЕЛ методом опыления проведена гибридизация генотипов риса с окрашенным перикарпом. При подборе родительских пар в качестве материнской формы использовали образцы цветного риса (Рубин, Мавр, Черный рис и т.д.). В качестве отцовской формы использовали местные, адаптированные к почвенно-климатическим условиям рисосеющих регионов Казахстана белозерные сорта отечественной селекции Ма-

дина, Маржан, Баканасский, Пак Ли и российские сорта. В результате гибридизации получено 607 гибридных зерновок F<sub>1</sub> поколений из 43 комбинации. Завязываемость в среднем составило 30,1%. По комбинационной способности наибольшей завязываемостью гибридных зерновок наблюдалась при комбинациях ♀б/н Италия × ♂Курчанка и ♀Мавр × ♂Арборио (72 и 71% соответственно). Средним показателем завязываемости характеризовались комбинации ♀Черный рис × ♂Мадина (37%) и ♀Мавр × ♂Мадина (34%).

Для определения генетического отличия по аллелю гена *Pb* у белозерных образцов и образцов риса с антоциановым перикарпом проводили ПЦР в F<sub>1</sub> гибридах в сравнении с родительскими формами. Антоциановая окраска перикарпа у риса является доминантным признаком и проявляется в период полного созревания зерновок, контролируется двумя комплементарными генами *PURPLE PERICARP A* (*Pp*, *Prpa*, *Prp1*) и *PURPLE PERICARP B* (*Pb*, *Prpb*, *Prp2*). Ген *Pp* локализован в 1-ой хромосоме, ген *Pb* в 4-ой хромосоме [5]. Анализ сиквенса ДНК показал, что отличие риса с антоциановой окраской от белого риса является в делеции 2 пар оснований (GT), тогда как у белого риса обнаружено инсерция 2 п. о. (GT) [6]. Были использованы праймеры со следующей нуклеотидной последовательностью: F 5'-GGGAGAAGCTCAACGAGATG; R 5'-GGGTGGCAGATTCATCACTT [7]. Результаты анализа показало, что размер ПЦР-продукта у белозерных генотипов (Анаит; Баканасский; Акдала) с GT вставкой составляет 1200 п. о. У образцов с антоциановой окраской с GT делецией BamH1 рестриктаза разрезает ПЦР продукт на две фрагменты 700 и 500 п. о. (рисунок 1).

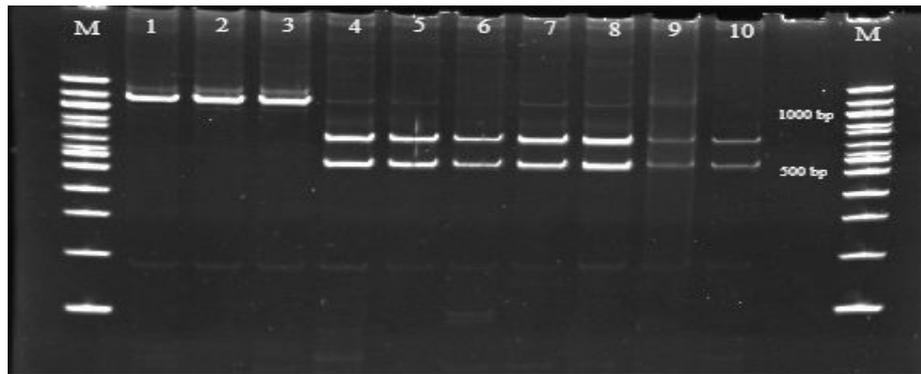


Рис. 1. Идентификация *Pb* гена у образцов риса контрастных по окраске перикарпа

Белозерные: 1 — Анаит; 2 — Баканасский; 3 — Ақдала; С антоциановой окраской: 4 — Мавр; 5 — Черный рис, Китай; 6 — Черный рис, Филиппины; 7 —  $F_1$  ♀Черный рис × ♂Анаит; 8 —  $F_1$  ♀Мавр × ♂Пак Ли; 9 —  $F_1$  ♀Мавр × ♂Баканасский; 10 — НВ-1, black rice.

На рисунке видно, что гибриды  $F_1$  ♀Черный рис × ♂Анаит;  $F_1$  ♀Мавр × ♂Пак Ли;  $F_1$  ♀Мавр × ♂Баканасский являются настоящими гибридами, поскольку у них присутствуют фрагменты материнской (700 и 500 п. о.), а также слабо выраженный отцовской (1200 п. о.) формы.

Таким образом, в результате гибридизации из 43 комбинации получено 607 гибридных зерновок  $F_1$  поколений.

Проведена идентификация *Pb* аллеля у белозерных образцов и образцов с антоциановой окраской. Идентифицированы «настоящие» гибриды  $F_1$  поколения. Созданный исходный материал будет вовлекаться в дальнейшую селекцию по созданию отечественного сорта риса с окрашенным перикарпом.

#### Литература:

1. Э.Ю. Папулова, С.С. Костина. Оценка исходного материала риса для создания сортов с повышенным содержанием амилозы // *Зерновое хозяйство России*. — 2011. — №1 (13) — с. 10–13.
2. Sompong, R., Siebenhandl-Ehn S., Linsberger-Martin G., Berghofer E. Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka // *Food Chemistry*. — 2011. — 124. — P. 132–140.
3. Black rice is the new cancer-fighting superfood, claim scientists: <http://www.dailymail.co.uk/health/article-1306356/Black-rice-new-cancer-fighting-superfood-claim-scientists.html#ixzz2h1ijg5hL>
4. Лоточникова, Т.Н., Остапенко Н.В., Лоточников С.В., Зеленский Г.Л., Гончарова Ю.К., Рубан В.Я. Качество новых сортов селекции ВНИИ риса/Материалы международной научно-практической конференции «Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья». Кызылорда, 2012. — с. 102–105.
5. Md Mominur Rahman et. al., The Genetic Constitutions of Complementary Genes Pp and Pb Determine the Purple Color Variation in Pericarps with Cyanidin-3-O-glucoside Depositions in Black Rice // *J. Plant Biol.* — 2013. — 56:24–31.
6. Wang C, Shu Q. Fine mapping and candidate gene analysis of purple pericarp gene Pb in rice (*Oryza sativa* L.) // *Chinese Sci Bull.* — 2007. — 52:3097–3104.
7. Md Mominur Rahman et. al., The Genetic Constitutions of Complementary Genes Pp and Pb Determine the Purple Color Variation in Pericarps with Cyanidin-3-O-glucoside Depositions in Black Rice // *J. Plant Biol.* — 2013. — 56:24–31.

## Пути создания производства лекарственных препаратов на основе клеточных биотехнологий

Савин Павел Сергеевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник  
ФГБНУ Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений (ФГБНУ ВИЛАР)

*Для культивирования клеточной культуры *Thalictrum minus* L. требуется коэффициент массопередачи кислорода от  $9 \text{ ч}^{-1}$  до  $16 \text{ ч}^{-1}$  в динамике роста.*

**Ключевые слова:** *суспензионная культура, *Thalictrum minus* L., дыхательная активность, коэффициент массопередачи.*

## Ways to create Production of medicinal preparations based on cell biotechnology.

Savin Pavel Sergeevich, PhD, Scientific — Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow)

*Culturing the cell culture *Thalictrum minus* L. requires coefficient of mass transfer of oxygen from  $9 \text{ hr}^{-1}$  to  $16 \text{ hr}^{-1}$  in the dynamics of growth*

**Keywords:** *suspension culture, *Thalictrum minus* L., respiratory activity, the mass transfer coefficient.*

В настоящее время представляется перспективным изучить возможности масштабирования биомассы василистника малого (*Thalictrum minus* L.) в глубинных условиях культивирования в виде суспензионной культуры. Клеточная культура василистника малого продуцирует алкалоид берберин. Особенностью данной культуры является то, что берберин выделяется культурой в питательную среду. На основе данного алкалоида выпускается препарат «Берберин Бисульфат». Препарат оказывает желчегонное и спазмолитическое действие [1,2].

Целью настоящих исследований является изучение физиологических особенностей клеточной культуры василистника малого для последующего использования её в качестве сырья при получении алкалоида берберина.

Поставленная цель достигалась решением следующих задач:

- изучить скорость потребления кислорода суспензионной культурой василистника малого в динамике своего развития в условиях глубинного культивирования.
- определить численные значения параметров, определяющих кинетику роста суспензионной культуры василистника малого, необходимых для оценки адекватности условий культивирования при увеличении масштаба процесса.

Работа проводилась с суспензионной культурой *Thalictrum minus* L. — штамм Тм-2-05 ВИЛАР [3].

Клеточная культура выращивалась в колбах на качалке, совершающей 98–100 об/мин, при температуре 26С°, в темноте. Для полной характеристики физиологического состояния культуры были использованы показатели: абсолютная скорость роста, скорость потребления кислорода [4,5]. Использование математической модели обратимого равновесного автокаталитического роста позволило определить коэффициент массопередачи по кислороду [6].

Результаты проведенного опыта показали прямую зависимость данных процессов: скорость поглощения культурой кислорода увеличивалась с нарастанием биомассы, на 10–12 сутки, что соответствовало выходу роста культуры на стационар, проходила через максимум и к 16–22 суткам резко снижалась. При этом максимальная скорость потребления кислорода составляла  $(21–22) \cdot 10^{-4}$  моль/(л·ч).

Характеризуя процессы роста культуры абсолютной скоростью роста был установлен временной промежуток, в некоторой степени характеризующий цикл развития культуры — период регулярного роста, длительность которого составляла 7 суток. В течение этого периода можно отметить этап ускорения ростовых процессов (3–6 сутки роста) и этап замедления ростовых процессов (7–10 сутки роста).

Характеризуя процесс потребления культурой кислорода величиной дыхательной активности показано, что максимального своего значения данная величина достигала на 5–6 сутки роста, что соответствовало этапу ускорения ростовых процессов суспензионной культуры. При этом максимальное значение величины дыхательной активности соответствовало  $1,8 \cdot 10^{-4}$  моль/гр·ч. Располагая величиной дыхательной активности клеточной культуры, можно определить значение требуемого коэффициента массопередачи (KLa), знание которого необходимо при отработке режимов выращивания в культивационных сосудах.

Произведенные расчеты показали, что для культивирования клеточной культуры *Thalictrum minus* L. требуется коэффициент массопередачи кислорода от  $9 \text{ ч}^{-1}$  до  $16 \text{ ч}^{-1}$  в динамике роста.

### Выводы

— максимальная скорость потребления суспензионной клеточной культурой *Thalictrum minus* L. кислорода составляла  $(21–22) 10^{-4}$  моль/(л·ч)

— величина дыхательной активности максимального своего значения достигала на 5–6 сутки и соответствовала  $1,810^{-4}$  моль/гр. • ч.

— для культивирования клеточной культуры Василистника малого требуется коэффициент массопередачи кислорода от  $9 \text{ ч}^{-1}$  до  $16 \text{ ч}^{-1}$  в динамике роста.

#### Литература:

1. Беккер, М. Е. Биотехнология/М. Е. Беккер, Г. К. Липиных, Е. П. Райпулис. — ВО «Агропромиздат» М. — 1990 — с. 123–130.
2. Липский, А. Х. Глубинное культивирование клеток высших растений/А. Х. Липский // Культура клеток растений под ред. Бутенко Р. Г., М.: Наука — 1981 — с. 51–67.
3. Даниличев, М. В. Культура тканей василистника — продуцент берберины/М. В. Даниличев, С. А. Рабинович, В. Н. Давыденков, Е. В. Гребнева — 1990. с. 35–38. — Деп. в ВИНТИ 11.03.90 № 1312-В-90.
4. Лебедев, С. И. Физиология растений/ С. И. Лебедев. — М.: Агропромиздат, 1988 г. — 544 с.
5. Полярографическое определение кислорода в биологических объектах: материалы II Всесоюзного симпозиума. Киев, 1972. — Из-во «Наукова Думка», Киев, 1974. с. 50–60.
6. Васильев, Н. Н. Моделирование процессов микробиологического синтеза/Н. Н. Васильев, В. А. Амбросов, А. А. Складнев. — Из-во. «Лесная промышленность». М., 1975. — 339 с.

## Новые ризосферные штаммы псевдомонад, перспективные для защиты растений от фитопатогенов

Сазонова Олеся Ивановна, кандидат биологических наук, научный сотрудник;  
Анохина Татьяна Орестовна, кандидат биологических наук, научный сотрудник;  
Сиунова Татьяна Вячеславовна, кандидат биологических наук, научный сотрудник;  
Сизова Ольга Ивановна, младший научный сотрудник;

Кочетков Владимир Васильевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
ФГБУН Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН (г. Пушино)

Из коллекции ризосферных псевдомонад, выделенных из различных геохимических и климатических сайтов России и Индии, отобрано 5 штаммов *P. chlororaphis* subsp. *aureofaciens* P4–1 и IG1, *P. fluorescens* O9–10 и A1, *P. chlororaphis* Or3–3, подавляющие рост фитопатогенных грибов *Rhizoctonia solani*, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (штамм Ggt 1818), *Fusarium oxysporum*, кроме того обладающие набором свойств бактерий группы PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria), таких как продукция противогрибных антибиотиков, цианида водорода, ауксинов, ПАВ, солюбилизация фосфатов. В микровегетационных экспериментах с искусственным фитопатогенным фоном *Rhizoctonia solani* показано увеличение биомассы растений огурца (сорт Изящный) на 15% при инокуляции семян штаммами P4–1 и Or3–3 по сравнению с не обработанными растениями. Отобранные ризосферные штаммы будут протестированы в полевых экспериментах и в дальнейшем используются для создания биопрепаратов.

**Ключевые слова:** ризосферные бактерии, стимулирующие рост растений, *Pseudomonas*, биопрепараты.

## New rhizosphere *Pseudomonas* strains promising for plants protection from phytopatogens

Sazonova, O. I., T. O. Anokhina, Siunova T. V., Sizova O. I., Kochetkov V. V.

Five strains of *P. chlororaphis* subsp. *aureofaciens* P4–1 and IG1, *P. fluorescens* O9–10 and A1, and *P. chlororaphis* Or3–3 were selected from different geochemical and climatic sites of Russia and India. These strains actively suppress

the growth of phytopathogenic fungi *Rhizoctonia solani*, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Fusarium oxysporum*, and have a set of PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) properties, such as production of antifungal antibiotics, hydrogen cyanide, auxins, surfactants, phosphate solubilization. It was shown, that in pot experiments with artificial phytopathogenic load of *R. solani*, seeds inoculation with P4-1 and Or3-3 strains increased the biomass of cucumber plants (sort Izyashchnyi) by 15% compared to non-treated plants. Selected rhizosphere strains will be tested in field experiments and subsequently used for the development of biopreparations.

**Keywords:** plant growth promoting rhizobacteria, *Pseudomonas*, biopreparations, growth of plants; PGPR; the biologies.

Комплекс положительного влияния бактерий группы PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) на растения и почву широко используется в предпосевной обработке семян или в период вегетации растений. В связи с этим очевидной является перспективность проведения работ, раскрывающих возможности получения и использования новых штаммов ризосферных бактерий в практике растениеводства, экологического земледелия, биоконтроля над развитием болезней растений. Из 48 образцов дикорастущих растений, собранных в различных геохимических и климатических сайтах России и Индии выделено 494 бактериальных изолята, из 70 штаммов бактерий рода *Pseudomonas* отобрано 5 штаммов с наиболее выраженными свойствами PGPR: *P. chlororaphis* subsp. *aureofaciens* P4-1 и IG1, *P. fluorescens* O9-10 и A1, *P. chlororaphis* Or3-3 (таблица). Штаммы P4-1 и IG1 синтезируют спектр феназиновых антибиотиков также, как и штамм *P. aureofaciens* BS1393, являющийся основой для производства зарегистрированного в России биопрепарата «Псевдобактерин-2»; *P. fluorescens* A1 и *P. chlororaphis* Or3-3 синтезируют только по одному антибиотику — феназин-1-карбоновую кислоту (ФКК) и фе-

назин-1-карбоксамид (ФКА), соответственно. Штамм *P. fluorescens* O9-10, в культуральной среде которого помимо ФКК обнаружены минорные количества ФКА, представляет особый интерес, поскольку в литературе не обнаружены данные о синтезе феназин-1-карбоксамиды у бактерий *P. fluorescens*.

Кроме того, штаммы синтезируют цианид водорода, участвующий в биоконтроле фитопатогенных грибов. Все штаммы подавляют рост *Rhizoctonia solani*, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (штамм Ggt 1818), *Fusarium oxysporum* при совместном выращивании на агаризованной среде. Способность бактерий синтезировать ПАВ может способствовать увеличению биодоступности углеводов, а также их колонизации ризосферы растений. При выращивании в минеральной среде с глицерином штаммы P4-1 и IG1 продуцируют ПАВ, что подтверждается значительным (в 2.5 раза) снижением поверхностного натяжения, по сравнению с контрольной средой без бактерий. Все штаммы продуцируют гетероуксин — индолил-3-уксусную кислоту (4.8–12.6 мкг/мл). Способность растворять гидроксипатит кальция выявлена у одного штамма *P. fluorescens* O9-10. Широкое

Таблица 1. Характеристика отобранных ризосферных бактерий рода *Pseudomonas*

Характеристики	<i>P. chlororaphis</i>	<i>P. fluorescens</i>			<i>P. chlororaphis</i> subsp. <i>aureofaciens</i>		
	Or3-3	O9-10	A1	IG1	P4-1	BS1393	
Антибиотики	ФКА	ФКК/ФКА	ФКК	ФЕН	ФЕН	ФЕН	
Продукция HCN	+	+	+	+	+	+	
Антагонизм, мм*	+	+	+	+	+	+	
<i>Rh. solani</i>	2 ± 1	5 ± 1	7 ± 2	7 ± 2	8 ± 2	11 ± 3	
<i>G. graminis</i>	8 ± 1	3 ± 1	2 ± 1	4 ± 1	3 ± 1	7 ± 2	
<i>F. oxysporum</i>	7 ± 2	8 ± 2	8 ± 2	6 ± 1	6 ± 1	10 ± 3	
ИУК, мкг/мл	11.2	4.8	8.4	13.4	12.6	16.4	
Растворение фосфатов	-	+	-	-	-	+	
Продукция ПАВ (ПН, мН/м)**	- (56±0.5)	- (52±4)	- (52±0.4)	+	+	+	
Устойчивость к NaCl	2%	5%	5%	2%	5%	5%	

Обозначения: ФКК — феназин-1-карбоновая кислота, ФКА — феназин-1-карбоксамид; ФЕН — комплекс феназиновых антибиотиков; ИУК — индолил-3-уксусная кислота. ПАВ — поверхностно-активные вещества. \*Указан радиус зоны подавления фитопатогенных грибов при совместном выращивании со штаммами in situ. \*\*Продукцию ПАВ оценивали по снижению поверхностного натяжения (ПН) в минеральной среде М9 с глицерином (ПН в контроле без бактерий 72±0.3 мН/м).

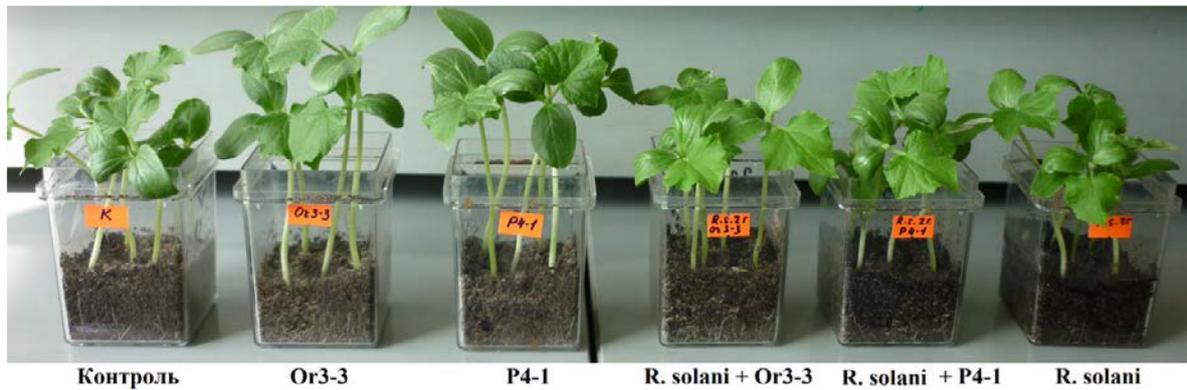


Рис. 1. Влияние инокуляции семян огурца ризосферными бактериями Or3–3 и P4–1 на рост растений в условиях искусственного фитопатогенного фона *Rhizoctonia solani* (2 г мицелия/кг почвы).

применение медь- и цинксодержащих препаратов для защиты растений приводит к накоплению металлов в почве и угнетению полезной микрофлоры. Все штаммы проявляют устойчивость к сульфату меди (1–2 мМ) и сульфату цинка (2 мМ), что дает им преимущество при интродукции в загрязненные почвы. Все штаммы растут при повышенном (2–5%) содержании хлористого натрия. В условиях искусственного фитопатогенного фона (2 г мицелия *R. solani*/кг почвы) обработка семян огурца сорта

«Изящный» штаммами P4–1 и Or3–3 обеспечила увеличение массы растений на 15% по сравнению с необработанными растениями, при этом, по массе растения не отличались от контроля (необработанные растения, выращенные в чистой почве (рисунок 1).

Таким образом, отобранные ризосферные штаммы обладают всеми свойствами, необходимыми для создания биопрепаратов, предназначенных для защиты и стимуляции роста растений.

## Применение гаплоидной технологии для ускорения селекции глютинозного риса

Сартбаева Иннабат Абибуллаевна, PhD студент;

Жамбакин Кабыл Жаппарович, доктор биологических наук, профессор;

Усенбеков Бақдаулет Наубаевич, кандидат биологических наук;

Казкеев Даурен Табылтаевич, старший научный сотрудник;

Рысбекова Айман Бокеновна, кандидат биологических наук; Спатай Нурадиль, магистрант

Институт биологии и биотехнологии растений (ИББР) (г. Алматы, Казахстан)

Работа посвящена созданию низкоамилозного исходного материала для селекции отечественных глютинозных сортов риса с применением современных методов селекции. В результате проведенных работ получены перспективные дигаплоидные линии различных разновидностей из глютинозных гибридов  $F_2 \text{♀} \text{Виола} \times \text{♂} \text{Акдала}$  и  $F_2 \text{♀} \text{Виола} \times \text{♂} \text{Баканасский}$  и охарактеризованы по низкому содержанию амилозы.

**Ключевые слова:** глютинозный рис, растения-регенеранты, культура пыльников, дигаплоиды.

## Applying doubled haploid technology to accelerate glutinous rice breeding

Sartbayeva I. A., Zhambakin K. Zh., Ussenbekov B. N., Kazkeyev D. T., Rysbekova A. B., Spatai N. N.

Work is devoted to creation of low-amylose starting materials for breeding domestic glutinous rice varieties by using of modern breeding methods. As a result of this work were obtained promising dihaploid lines of different species of glutinous hybrids  $F_2 \text{♀} \text{Viola} \times \text{♂} \text{Akdala}$  and  $F_2 \text{♀} \text{Viola} \times \text{♂} \text{Bakanassky}$  and characterized by low-amylose content.

**Keywords:** glutinous rice, plant-regenerants, anther culture, dihaploid plants.

Клейкий (глиутинозный) рис (*Oryza sativa* L) в отличие от обычного риса разваривается в клейкую массу в связи с высоким содержанием амилопектина и применяется в лечебном, диетическом и детском питании [1]. Благодаря особым качествам и полезным свойствам популярность глиутинозного риса растет во всем мире. Несмотря на то, что в странах Азии глиутинозный рис возделывается уже давно, в Казахстане селекция глиутинозных сортов до недавнего времени не проводилось, также на казахстанском рынке полностью отсутствуют глиутинозные сорта риса. Для продовольственной безопасности страны необходимо создание собственных глиутинозных сортов риса адаптированных к местным условиям возделывания. Поэтому получение исходных форм и линий для создания отечественного глиутинозного сорта риса является своевременной и актуальной проблемой.

В настоящее время в селекции риса широко используют биотехнологические методы, позволяющие повысить результативность селекционного процесса [2]. Одним из них является метод культуры изолированных пыльников и микроспор, которая позволяет получить стабильное растение за одно поколение [3].

Целью данной работы являются получение дигаплоидных линий глиутинозных гибридов и отбор перспективных линии по низкому содержанию амилозы.

Для ускоренной стабилизации перспективных глиутинозных гибридов F<sub>2</sub>♀Виола x ♂Акдала и F<sub>2</sub>♀Виола x ♂Баканасский по содержанию амилозы применен метод культуры пыльников. Донорные растения выращивали в оранжерее ИББР. В фазе трубкования, срезали метелки и подвергали холодовой обработке при +5С<sup>0</sup> в течении 5 суток. После холодовой обработки, пыльники культивировали на питательной среде N<sub>6</sub> [4] содержащая 2 мг/л 2,4 Д. С применением культуры пыльников было получено 200 зеленых растений-регенерантов. Растения-регенеранты с хорошо развитой корневой системой переносили в сосуды с почвенно-торфяной смесью и выращивали в оранжерее до полного созревания. Таким образом, было получено из глиутинозных гибридов F<sub>2</sub>♀Виола x ♂Баканасский — 75 и F<sub>2</sub>♀Виола x ♂Акдала — 2 фертильных

растения соответственно. Проводили определение количественного содержания амилозы по Джулиано [5] и анализ структуры урожая по хозяйственно-ценным признакам.

Предварительный анализ на содержание амилозы при помощи йодно-голубой пробы Халика и Кенеастера [6] показало, что если у дигаплоидов из гибрида F<sub>2</sub>♀Виола x ♂Баканасский доля глиутинозных зерновок составило-65,64%, в то время как у комбинации F<sub>2</sub>♀Виола x ♂Акдала-57,57%. Дигаплоиды гибрида F<sub>2</sub>♀Виола x ♂Баканасский классифицированы на 5 ботаническим разновидностям с глиутинозными белыми зерновками согласно Ляховкину [7].

Наибольшая масса глиутинозных зерновок составило у дигаплоида разновидности *var. affinis Koern* — 46,7% от общей массы зерновок дигаплоидов полученного из гибрида F<sub>2</sub> комбинации ♀Виола x ♂Баканасский и содержало низкое количество амилозы (1,2%).

Как видно из таблицы 1, содержание амилозы варьировало у дигаплоидных линий от 1,2% до 8,4%. Причиной расщепления линий по содержанию амилозы возможно являются рекомбинации происходящие в начальных стадиях формирования микроспоры, из которых в дальнейшем получены дигаплоиды. Содержание амилозы — признак полигенной природы и при традиционной селекции стабилизируется только в F<sub>6</sub>-F<sub>7</sub> поколениях. Методом гаплоидной биотехнологии удалось стабилизировать этот признак в дигаплоидах, полученных из F<sub>2</sub> генерации.

В производстве риса во многих случаях предпочтение отдается безостым сортам по экономическим и гигиеническим соображениям, обломки остей вызывают у человека раздражение кожных покровов, слизистых оболочек глаз, носа, а также ряд аллергических заболеваний. Поэтому глиутинозные безостые разновидности *var affinis Koern*, *var. neroapiculata Gust* представляют интерес для селекции.

Таким образом, в результате проведенных работ получен перспективный селекционный материал дигаплоидных линий глиутинозного риса характеризующиеся выровненным низким содержанием амилозы из гибридов F<sub>2</sub>♀Виола x ♂Баканасский и F<sub>2</sub>♀Виола x ♂Акдала для дальнейшей селекции отечественного глиутинозного сорта.

Таблица 1. Расщепление глиутинозных дигаплоидов по разновидностям и содержанию амилозы в оранжерейных условиях ИББР

Комбинации	Количество амилозных и глиутинозных растений, шт	Количество фертильных и стерильных растения	Разновидность	Содержание амилозы, %	% от общей массы
F <sub>2</sub> ♀Виола x ♂Баканасский	134/256	75/4	1 <i>var. subzomica Kepp</i>	2.9±0,2	19,4
			2 <i>var. zomica Koern</i>	1.9±0,1	16,9
			3 <i>var. alba Alef</i>	8.4±0,3	12,1
			4 <i>var. affinis Koern</i>	1.2±0,1	46,7
			5 <i>var. neroapiculata Gust</i>	5.7±0,1	4,7
F <sub>2</sub> ♀Виола x ♂Акдала	14/19	2/3	1 <i>var. affinis Koern</i>	5.7±0,1	10,4

## Литература:

1. Kaul, A. K., Khan, M. R. I. and Munir, K. M. 1982. Rice quality, a survey of Bangladesh germplasm. Bangladesh Rice Research Institute, Joydevpur, Dhaka, Bangladesh. 1–178.
2. Silva and WJ Ratnayake. Anther culture potencial of indica rice varieties, Kurulu thuda and BG 250 TD/Silva and WJ Ratnayake // Tropical Agricultural Research & Extension 12 (2): 2009. — P. 53–56.
3. Rahimbaev, I. R. Jeksperimental'naja gaploidija v kul'ture pyl'nikov i mikrospor zernovyh zlakov/I. R. Rahimbaev, Sh. Tivari, B. R. Kudarov // Sel'skohochozjajstvennaja biotehnologija. — 1990. — №3. — S. 44–55.
4. Chen, Y. Anther and pollen culture of rice // Haploids of higher plants in vitro, China Academic Publishers, Beijing — 1986. — P. 3–25.
5. Juliano, B. O. A simplified assay for milled rice amylose // Cereal Sci. Today. — 1971. — V. 16. — P. 334–340.
6. Halick, J. V., Keneaster K. K. The use of a starch iodine-blue test as a quality indicator of white milled rice // Cereal Chem. — 1956. — Vol. 33: — P. 315.
7. А. Г. Ляховкин. Рис. Мировое производство и генофонд. 2-е издание, переработанное и дополненное. Профи-Информ, Санкт-Петербург. 2005.

## Влияние биопрепаратов на посевные качества семян томата

Сафонова Татьяна Геннадьевна, студент;

Чухиль Анастасия Александровна, аспирант

Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Кубанский государственный аграрный университет»

*Замачивание семян в рабочем растворе Agrinos НУТ 5-10 – 15 мл/л, Экстрасол 5-10\* – 15 мл/л, Рибав Экстра 0,1–0,2\*–0,3 мл/л в течение 3 часов, рабочего раствора — 1 л/кг семян обеспечивало стимуляцию роста растений томата на ранних этапах развития.*

**Ключевые слова:** томаты, семена, биопрепараты, посевные качества.

## Influence of biological products on sowing qualities of seeds of a tomato

Safonova T. G., Chukhil A. A.

*Summary. Soaking of seeds in working Agrinos НУТ 5-10 – 15 solution of ml/l, Ekstrasol of 5-10\* – 15 ml/l, Ribav of Extra 0,1–0,2\*–0,3 ml/l within 3 hours, working solution — 1 l/kg of seeds provided stimulation of growth of plants of a tomato at early stages of development.*

**Keywords:** tomatoes, seeds, biological products, sowing qualities.

Полноценность овощной корзины до 2014 года во многом зависела от импорта. Однако запрет, введенный указом президента России [1] от 6 августа «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации», привел к ограничению ввоза сельхозпродукции из ряда стран, что дало толчок к наращиванию объемов производства овощей. При этом рост урожая овощной продукции прогнозируется в первую очередь за счет увеличения производства овощей защищенного грунта.

В последнее время многие тепличные комплексы используют технологии выращивания овощей на различных субстратах. Однако возделывание культур на грунтах занимает в хозяйствах значительные площади. Получение стабильных высоких урожаев на сегодняшний день свя-

зано с интенсивным использованием почвы, применением высоких норм полива и минеральных удобрений, химическими обработками, что приводит к нарушению почвообразовательных процессов и потере плодородия.

Кроме того, в условиях закрытого грунта возможно обеспечивать защиту растений от влияния погодных факторов, но искусственное создание микроклимата способствуют массовому развитию вредных организмов, предохранение растений от возбудителей болезней, вредителей и других биотических стрессов довольно сложно.

Применение биопрепаратов при выращивании овощных культур стимулирует рост и развитие растений, улучшает азотное и фосфорное питание, повышает их стойкость к фитопатогенам и, как следствие, способствует повышению урожайности и качества продукции,

оказывает содействие повышению плодородия почв при использовании значительно меньшего количества минеральных удобрений и, как следствие, снижению уровня загрязнения окружающей среды. Поэтому весьма актуален вопрос внедрения технологий с использованием биопрепаратов.

Томат — одна из наиболее распространенных овощных культур на территории России. Томаты выращиваются в большом ассортименте и широко используются в питании: в свежем виде, для употребления в сушеном виде, для консервирования и производства соков. Выращивание томатов в защищенном грунте считается перспективной отраслью овощеводства.

В связи с этим цель наших исследований была направлена на выявление ростстимулирующей активности биопрепаратов и их влияния на посевные качества семян томата. В задачи исследований входило изучить влияние биопрепаратов на энергию прорастания и всхожесть семян.

Исследования проводились в учебно-научной лаборатории кафедры физиологии растений ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет».

В качестве объекта исследований, выращивался томат сорта Кнопка. Для предпосевной обработки семян использовали препараты Agrinos НУТ, Экстрасол, Рибав Экстра. Замачивание семян в рабочем растворе Agrinos НУТ 5-10\*—15 мл/л, Экстрасол 5-10\*—15 мл/л, Рибав Экстра 0,1—0,2\*—0,3 мл/л в течение 3 часов, рабочего раствора — 1 л/кг семян. Раствор используют вместо воды для стандартного замачивания семян овощей перед посевом. Обработка семян обеспечивает стимуляцию роста рассады на ранних этапах развития, иммунизацию от болезней.

Известно, что семена томата с высокой всхожестью более устойчивы к неблагоприятным условиям прорастания, меньше повреждаются болезнями и вредите-

лями. Семена первых сроков прорастания обеспечивают лучшую выживаемость растений. Хотя энергия прорастания по всем исследуемым препаратам была ниже контроля, наибольшую всхожесть имели семена, обработанные препаратом «Экстрасол» в концентрациях 10 и 15 мл/л и «Рибав Экстра» — 0,2 и 0,3 мл/л.

В наших исследованиях семена томата, обработанные биологическими препаратами, имели большие различия в характеристике ростовых процессов (таблица 1).

Под влиянием Agrinos НУТ с концентрациями 5, 10 и 15 мл/л длина корешка по отношению к контролю увеличилась на 23,0, 32,9 и 97,6% соответственно. Под влиянием Экстрасола общая длина корешков при всех трех концентрациях 5, 10 и 15 мл/л была больше, чем на контроле на 78,2, 51,5 и 61,6% соответственно. Обработка семян препаратом Рибав Экстра привела к увеличению длины корешка в вариантах с использованием концентрации 0,1 и 0,3 мл/л, здесь показатели на 3,1 и 10,7% выше контроля.

Использование биологических препаратов Agrinos НУТ и Экстрасол снижало длину проростка на 5,0—6,5%. Рибав Экстра наоборот увеличивал ростки на 85,9—94,6%, такой эффект может привести к преждевременному вытягиванию рассады томатов, что в последствии является проблемой для овощеводов.

Наибольшее влияние на массу растений оказал препарат Экстрасол. Не смотря на то, что длина ростков была на уровне контроля, стебли отличались большим утолщением. Рибав Экстра вытягивал стебли и делал их тонкими, масса 100 ростков — 10,35—12,60 г.

Полученные нами данные свидетельствуют, что в лабораторных условиях Экстрасол в концентрации 15 мл/л наилучшим образом стимулировал процесс прорастания, растения характеризуются более развитой корневой системой и утолщенным стеблем.

Таблица 1. Влияние биопрепаратов на посевные качества семян и морфометрические показатели развития проростков томата

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %	Длина ростка, мм	Длина корешка, мм	Масса 100 шт. ростков, г	Масса 100 шт. корешков, г
Контроль	91,67	97	4,60	6,14	10,01	1,22
Agrinos НУТ 5 мл/л	66,67	97	4,37	7,55	6,22	0,85
Agrinos НУТ 10 мл/л	86,67	95	4,30	8,16	7,34	0,67
Agrinos НУТ 15 мл/л	86,67	98	4,33	12,13	8,73	1,10
Экстрасол 5 мл/л	83,33	99	4,67	10,94	13,46	3,50
Экстрасол 10 мл/л	86,67	100	4,32	9,3	10,80	2,41
Экстрасол 15 мл/л	88,33	100	4,37	9,92	14,89	3,30
Рибав Экстра 0,1 мл/л	84,44	98	8,95	6,33	12,6	0,76
Рибав Экстра 0,2 мл/л	84,44	100	8,67	5,79	11,79	0,90
Рибав Экстра 0,3 мл/л	91,11	100	8,55	6,8	10,35	1,29

\* Концентрации взяты из инструкции по применению биопрепаратов (рекомендуемая доза).

Литература:

1. <http://kremlin.ru/news/46404>

## Распространенность болезней кукурузы в республике Беларусь

Свидуневич Наталья Леонидовна, научный сотрудник;  
Жуковский Александр Геннадьевич, кандидат сельскохозяйственных наук  
РУП «Институт защиты растений», а/г. Прилуки, Минский р-н, Беларусь

*Представлены результаты оценки пораженности болезнями более 140 гибридов кукурузы в посевах Государственных сортоиспытательных станций и участков Республики Беларусь*

**Ключевые слова:** кукуруза, гибрид, пузырчатая головня, фузариоз, пораженность, распространенность, северный гельминтоспориоз, ржавчина, пыльная головня.

## Corn diseases incidence in Belarus

Svidunovich N. L., Zhukovsky A. G.

*The estimation results of diseases incidence of more than 140 maize hybrids in crops of State seed-trial grounds of the Republic of Belarus are presented.*

**Key words:** corn, hybrid, blister corn smut, fusarium blight, severity, spread, northern blight, corn rust, head corn smut.

Кукуруза — одна из самых урожайных зерновых культур в мире. В нашей стране ее начали возделывать в 30-х годах XIX столетия, и в настоящее время посевные площади достигли 1 млн. га. С 2007 г. произошло резкое увеличение площадей, возделываемых на зерно, в 2013 г. на эти цели было посеяно 204 тыс. га и убрано 1120 тыс. т. зерна с урожайностью 55,7 ц/га [5, с. 322]. Среди вредоносных болезней кукурузы следует отметить пузырчатую головню и фузариоз початков. Потери урожая зерна от фитопатогенов в отдельные годы могут достигать 30% и более [1, с. 74; 2, с. 161; 3, с. 63; 4, с. 5]. В связи с этим, одним из резервов повышения урожая этой культуры является сохранение недоборов зерна от болезней.

Результаты маршрутного обследования свидетельствуют, что распространенность пузырчатой головни в посевах кукурузы в период молочной спелости зерна на всех сортоиспытательных станциях и участках колебалась в пределах 0,0–8,0%, в период восковой спелости зерна — 0,0–24,0% (таблица 1).

В настоящее время в условиях Беларуси в посевах кукурузы наблюдается повсеместное поражение початков фузариозом. Распространенность болезни достигала 93,3% в условиях Мозырской ГСС (таблица 2). В то же время практически в каждой группе спелости отмечались посевы отдельных гибридов не пораженные фузариозом початков, что может объясняться их устойчивостью или латентным течением болезни.

Не менее распространенной болезнью в последние годы в посевах кукурузы является северный гельминтоспориоз — *Exserohilum turcicum*, синонимы: *Helminthosporium turcicum* (Pass.). На пораженных листьях встречаются буряющие продолговатые пятна, которые к концу вегетации культуры часто сливаются, в результате чего листья преждевременно засыхают. Маршрутное обследование посевов кукурузы показало, что болезнь встречается во всех областях республики с пораженностью гибридов от 0,0 до 100% (ст. 73–75). К периоду восковой спелости зерна отмечена 100% распространенность северного гельминтоспориоза в южной и центральной агроклиматических зонах, развитие болезни не превышало 15,0%.

В южных и центральных агроклиматических зонах республики нами была обнаружена и ржавчина кукурузы. Возбудитель болезни — гриб *Puccinia sorghi* Schw. Максимальный процент распространенности болезни к периоду молочной спелости зерна — 10,0%, восковой — 26,0%.

В условиях вегетационного сезона 2013 г. в Кобринском районе обнаружено единичное поражение кукурузы пыльной головней. Возбудитель болезни — гриб *Sorosporium reilianum* (Kuehn) McAlr. В вегетационном сезоне 2014 г. болезнь зафиксирована в посевах гибридов среднеранней и средней групп спелости на Горецкой ГСС.

Таблица 1. Пораженность гибридов кукурузы пузырчатой головней в агроклиматических зонах республики (маршрутное обследование, 2014 г.)

Группа спелости	Агроклиматическая зона					
	Южная		Центральная			Северная
	Кобринская ГСС	Мозырская ГСС	Щучинский ГСУ	Несвижская ГСС	Горецкая ГСС	Лепельская ГСС
	ст. 73–75					
Ранняя	0,0	0,0	0,0–3,3	0,0	0,0–3,3	0,0
Среднеранняя	0,0	0,0	0,0–6,7	0,0–4,0	0,0	0,0
Средняя	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Среднепоздняя	0,0	0,0	0,0	0,0–8,0	0,0	0,0
	ст. 83–85					
Ранняя	0,0–4,0	0,0	0,0	0,0–4,0	-	-
Среднеранняя	0,0–4,0	0,0–6,7	0,0–8,0	0,0–16,7	-	-
Средняя	0,0–20,0	0,0–8,0	0,0–20,0	0,0–4,0	-	-
Среднепоздняя	0,0–4,0	0,0–4,0	0,0–24,0	0,0–10,0	-	-

Примечание — Количество учетных гибридов — 146: 15 — ранние, 65 — среднеранние, 26 — средние, 40 — среднепоздние

Таблица 2. Пораженность гибридов кукурузы фузариозом початков в агроклиматических зонах республики (маршрутное обследование, ст. 83–85, 2014 г.)

Группа спелости	Агроклиматическая зона			
	Южная		Центральная	
	Кобринская ГСС	Мозырская ГСС	Щучинский ГСУ	Несвижская ГСС
Ранняя	0,0–28,0	10,0–46,7	0,0–72,0	0,0–20,0
Среднеранняя	0,0–80,0	0,0–93,3	0,0–88,0	0,0–44,0
Средняя	0,0–52,0	10,0–56,7	4,0–80,0	0,0–24,0
Среднепоздняя	0,0–32,0	0,0–60,0	0,0–64,0	0,0–16,0

Таким образом, представленные данные мониторинга пораженности гибридов 4-х сроков созревания пузырчатой головней, фузариозом початков, северным гельминтоспориозом в посевах ГСХУ СС и СУ республики, свиде-

тельствуют о высокой распространенности этих болезней. Ржавчина и пыльная головня в посевах кукурузы встречались единично.

Литература:

1. Буга, С. Ф., Жердецкая Т. Н. Вредоносность пузырчатой головни кукурузы при заражении растений в разные стадии онтогенеза // Защита растений: сб. науч. тр./РУП «Ин-т защиты растений»: Несвиж, 2010. Вып. 34. с. 74–85.
2. Буга, С. Ф., Жердецкая Т. Н., Жуковская А. А. Потенциальная вредоносность пузырчатой головни кукурузы // Защита растений: сб. науч. тр./РУП «Ин-т защиты растений»: Несвиж, 2009. Вып. 33. с. 161–173.
3. Иващенко, В. Г., Сотченко Е. Ф., Шипилова Н. П. Фузариоз початков кукурузы // Микология и фитопатология. 2000. Т. 34. Вып. 6. с. 63–70.
4. Мартынюк, Т. Д., Ластушкина Е. Н. Фузариоз початков кукурузы в Приморском крае: этиология, вредоносность, сортоустойчивость // Кукуруза и сорго. 2008. №6. с. 5–8.
5. Статистический ежегодник Республики Беларусь/Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. Минск, 2014. 534 с.

## Распространение и вирулентность популяции возбудителя *Puccinia graminis pers. f. sp. Tritici erikss. et henn.* на юге России

Синяк Екатерина Витальевна, кандидат сельскохозяйственных наук;

Волкова Галина Владимировна, доктор биологических наук

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений Россельхозакадемии

Отмечено распространение стеблевой ржавчины пшеницы (с развитием до 5%) в южной предгорной, центральной, северной агроклиматической зонах Северного Кавказа. Изучена структура популяции *P. graminis* по вирулентности. Не выявлены изоляты с генами вирулентности: 5, 9a, 9e, 11, 31; с частотой до 5% отмечены изоляты с генами: 8a, 9b, 24, 25, 30, 32, 35. Различия между частотами генов вирулентности в 2011–2013 гг. были средними (индекс R составил от 0,490 до 0,562).

**Ключевые слова:** стеблевая ржавчина пшеницы, популяция, вирулентность, изоляты, гены Sr.

## Spreading and virulence of *Puccinia graminis pers. f. sp. Tritici erikss. et henn.* in Southern Russia

Sinyak E. V., Volkova G. V.

All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, Krasnodar, Russian Federation

Noted the spread of stem rust of wheat (with the development of up to 5%) in the southern foothills, central, northern agro-climatic zones of the Northern Caucasus. The structure of populations of *P. graminis* in virulence. No isolates identified virulence genes: 5, 9a, 9e, 11, 31; at up to 5% of isolates marked with genes: 8a, 9b, 24, 25, 30, 32, 35. The differences between the frequencies of virulence genes in 2011–2013. were average (R index ranged from 0.490 to 0.562).

**Keywords:** stem rust of wheat, population, virulence, isolates, genes Sr.

Стеблевая ржавчина является высоковредоносным заболеванием пшеницы. На полях, где не использовались фунгициды, потери урожая достигали 100% [2, 3, 4].

В настоящее время серьёзную опасность зернопроизводящим странам представляет раса стеблевой ржавчины Ug99, которая распространилась в большинстве районов выращивания пшеницы в Кении, Эфиопии, Судане, Йемене, Иране [5].

Целью наших исследований явился мониторинг распространения и вирулентности возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы на юге России.

В 2009, 2011–2013 гг. стеблевую ржавчину (с развитием до 5%) фиксировали в южной предгорной агроклиматической зоне Северного Кавказа, в предгорных районах Ставропольского края (Предгорный, Кировский и др.) и в центральной зоне (пригороды г. Краснодара). В 2010 г. патоген был отмечен в южной предгорной, центральной и северной зонах с распространением до 10%, развитием — до 5%, что свидетельствует о расширении его ареала.

Было проведено электронное картирование распространения и развития *P. graminis* в различных районах Северного Кавказа для разработки прогноза развития заболевания, рационального сорторазмещения, защитных мероприятий (рисунок).

Изучение вирулентности возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы проводили на 39 изогенных линиях пшеницы по шкале Стекмана и Левина [6]. За годы исследований не выявлены изоляты с генами вирулентности: 5, 9a, 9e, 11, 31; с частотой до 5% отмечены изоляты с генами: 8a, 9b, 24, 25, 30, 32, 35; до 10% — с генами: 6, 12, 13, 27, 29, 33; до 25% — с генами: 7a, 37, Dp2, WLD; свыше 25% — с генами: 1, 8b, 9d, 9f, 9g, 10, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 36 [7, 8, 9].

В результате статистического анализа установлено, что различия между частотами генов вирулентности в 2011–2012 гг. и 2011–2013 гг. были средними (индекс R составил от 0,490 до 0,529). Несколько выше различия выявлены между популяциями гриба в 2012 г и 2013 г. (R=0,562).

Таким образом, изучение структуры популяции *P. graminis* на юге России свидетельствует о ее высокой гетерогенности, связанной с активными процессами формирования гриба. Практический интерес для создания ржавчиноустойчивых сортов пшеницы представляют гены устойчивости Sr: 5, 8a, 9a, 9b, 9e, 11, 24, 25, 30, 31, 32, 35, способные обеспечить защиту растения-хозяина на начальной стадии его развития.

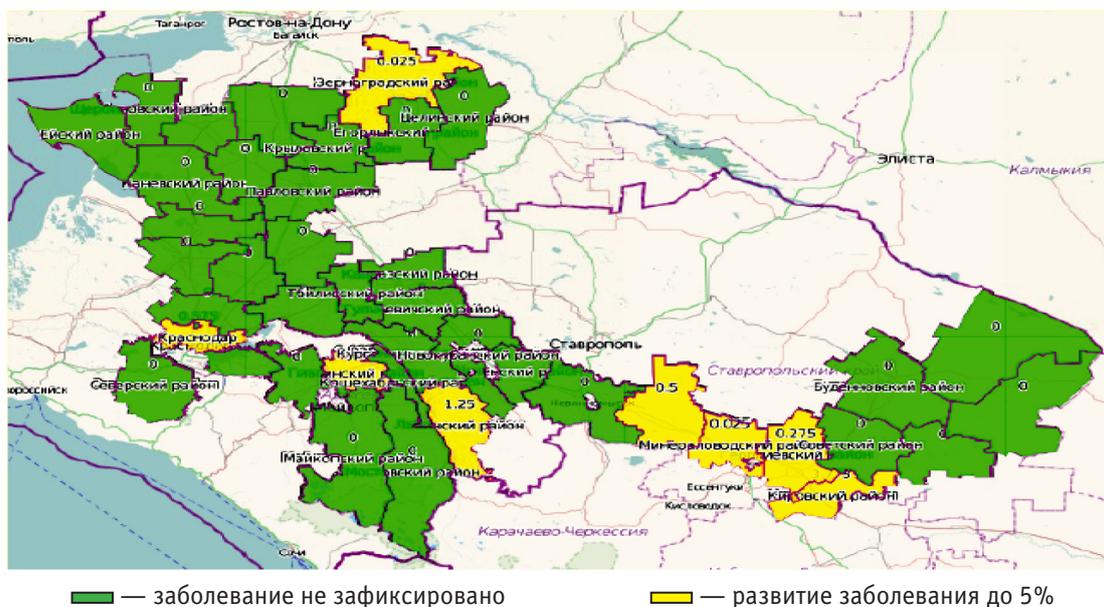


Рис. 1. Районы развития возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы на Северном Кавказе (среднее за 5 лет)

Литература:

1. Rogers, J. S. Measures of genetic similarity and genetic distance. *Studies in Genetics*/J. S. Rogers. — University of Texas, 1972. — P. 143–145.
2. Степанов, К. М. Ржавчина зерновых культур/К. М. Степанов. — Л.: Колос, 1975.
3. Roelfs, A. P. *Puccinia graminis* development in North America during 1986/A. P. Roelfs, D. L. Long // *Plant dis.* 71. — 1987. — № 12. — P. 1089–1093.
4. Пересыпкин, В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология/В. Ф. Пересыпкин. — Л., 1989. — с. 349.
5. Nazari, K. Detection of Wheat Stem Rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) Race TTKSK (Ug99) in Iran/K. Nazari, A. Yahyaoui, R. P. Singh, R. F. Park // *Plant Dis.*, 2009. — Vol. 93. — № 3. — P. 317.
6. Коновалова, Н. Е. Методические рекомендации по изучению расового состава возбудителей ржавчины хлебных злаков/Н. Е. Коновалова [и др.]. М., 1977. — 144 с.
7. Сняк, Е. В. Характеристика популяции *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* по вирулентности в Северо-Кавказском регионе России/Е. В. Сняк, Г. В. Волкова, В. Д. Надыкта // *Доклады РАСХН*. 2013. — № 6. — с. 27–30.
8. Сняк, Е. В. Вирулентность северокавказской популяции *P. graminis* и эффективность генов устойчивости/Е. В. Сняк, Г. В. Волкова // *Сборник материалов II Всероссийской конф. «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам»*. Санкт-Петербург. 2008. — с. 50–52.
9. Сняк, Е. В. Стеблевая ржавчина пшеницы на Северном Кавказе: распространенность, внутривидовая структура и изменчивость по вирулентности/Г. В. Волкова, Е. В. Сняк, И. М. Балапанов // *Наука Кубани*. Краснодар. 2010. — № 2. — с. 38 – 41.

## Хранение биопрепаратов на основе штаммов бактерий-антагонистов *Bacillus subtilis* в препаративной форме жидкая культура

Томашевич Наталья Сергеевна, младший научный сотрудник;

Асатурова Анжела Михайловна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

В статье отражены особенности хранения жидких форм опытных образцов новых перспективных биопрепаратов на основе *Bacillus subtilis* для защиты озимой пшеницы от болезней в условиях переменных температур.

**Ключевые слова:** биопрепарат, срок хранения, *Bacillus subtilis*, титр, антифунгальная активность, *Fusarium graminearum*

## Storage of biopreparations based on strains of bacteria antagonist *Bacillus subtilis* in the formulation of liquid culture

Tomashevich N. S., Asaturova A. M.

The article describes the features of storing liquid forms prototypes of new perspective biological preparations on the base *Bacillus subtilis* for winter wheat protection in conditions of variable temperatures.

**Keywords:** biological preparation, storage period, *Bacillus subtilis*, titre, antifungal activity, *Fusarium graminearum*

В лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ ВНИИБЗР, разрабатывается биофунгицид для защиты озимой пшеницы от возбудителей фузариоза на основе двух штаммов бактерии *Bacillus subtilis* BZR 336g и BZR 517. Важно, чтобы новые препараты были не только эффективными, но стабильными в процессе хранения. Поэтому одним из важных направлений исследований является изучение изменения активности биопрепарата при хранении в условиях переменных температур.

Одним из технических требований современного биопрепарата для защиты растений является сохранение активности как минимум в течение одного полевого сезона. Одним из основных показателей качества биопрепарата является его титр (количество колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 мл) и антагонистическая активность по отношению к целевому возбудителю болезней растений. Именно эти показатели были изучены в процессе хранения опытных образцов биопрепаратов в препаративной форме жидкая культура (ЖК).

Образцы биопрепаратов на основе штаммов *B. subtilis* получали с использованием двух типов сред: картофельно-глюкозной (КГС) и оригинальной оптимизированной питательной среды (ОС). Полученные препараты были заложены на хранение в двух вариантах: с доступом и без доступа воздуха. Влияние срока хранения на жизнеспособность бактериальных клеток изучалось в условиях переменных температур лабораторной комнаты. Ежемесячно определяли титр ЖК препаратов методом разведений [5] и антифунгальную активность с использо-

ванием метода встречных культур [6]. При исследовании препаратов на антифунгальную активность использовали тест-культуру фитопатогенного гриба *Fusarium graminearum* Schwabe.

Результаты опыта показали, что на КГС в первый месяц хранения титр достоверно снижался на порядок в аэробных условиях, а в анаэробных условиях в пределах 100 млн. колоний (рис. 1, 2).

Затем титр начинал увеличиваться и достигал максимума на второй-третий месяц хранения. При этом следует отметить, что в анаэробных условиях у обоих штаммов титр в это время было выше, чем до хранения. На четвертом месяце данный показатель несколько снижался (в пределах одного порядка), но оставался стабильным на протяжении последующих трех месяцев (рис. 1, 2).

Минимальная антифунгальная активность штамма *B. subtilis* BZR 336g приходилась на период перед закладкой на хранение (33–34%). В последующие три месяца ингибирование гриба *F. graminearum* было на уровне 45–55%, затем за два месяца снизилось до 40–44%, а к шестому месяцу возросло до 53–54% (рис. 1).

Антифунгальная активность штамма *B. subtilis* BZR 517 была более стабильной в процессе хранения, и варьировала от 40 до 52%, кроме третьего месяца. Несмотря на достаточно высокий титр, на третьем месяце хранения была отмечена минимальная антагонистическая активность (35–36%) в вариантах опыта с доступом и без доступа воздуха (рис. 2).

Несколько другая тенденция была отмечена в вариантах опыта на ОС. Так, первые три месяца титр у штамма

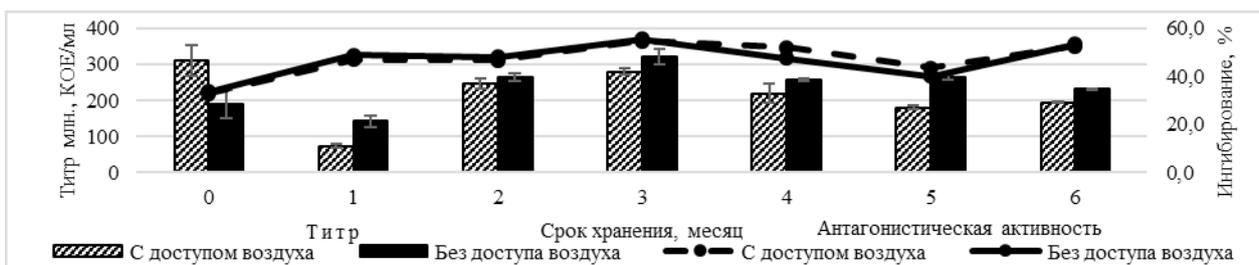


Рис. 1. Титр и антагонистическая активность ЖК штамма *B. subtilis* BZR 336g на КГС в процессе хранения

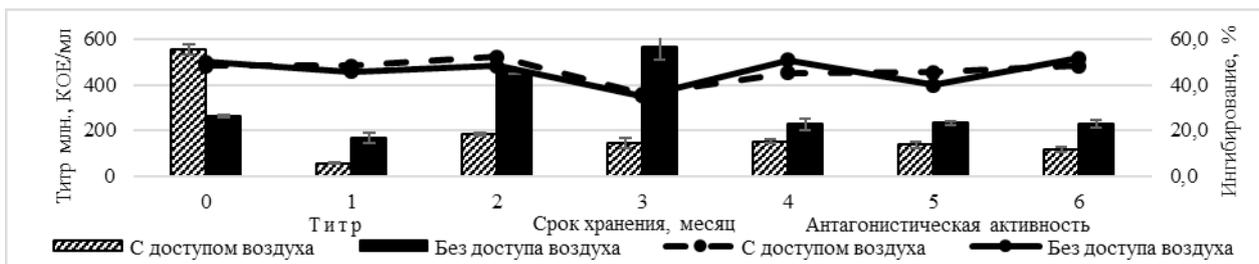


Рис. 2. Титр и антагонистическая активность ЖК штамма *B. subtilis* BZR 517 на КГС в процессе хранения

*B. subtilis* BZR 336g снижался в условиях с доступом воздуха и без него. Максимальный титр в аэробных условиях отмечен на четвертом месяце хранения и был выше, чем перед закладкой на хранение. В анаэробных условиях активность штамма-продуцента биопрепарата была невысокой, титр снижался и к шестому месяцу не превышал  $6,0 \times 10^4$  КОЕ/мл (рис. 3).

Титр опытного образца на основе штамма *B. subtilis* BZR 517 как в аэробных, так и в анаэробных условиях,

снижался в первые три месяца. На четвертый — шестой месяц в варианте без доступа воздуха титр был выше, чем перед закладкой на хранение. Тогда как в варианте с доступом воздуха на четвертом месяце хранения количество колониеобразующих единиц несколько возросло, но оставалось на порядок ниже, чем до закладки на хранение (рис. 4).

Антагонистическая активность штамма *B. subtilis* BZR 336g в первые два месяца после закладки опыта в усло-

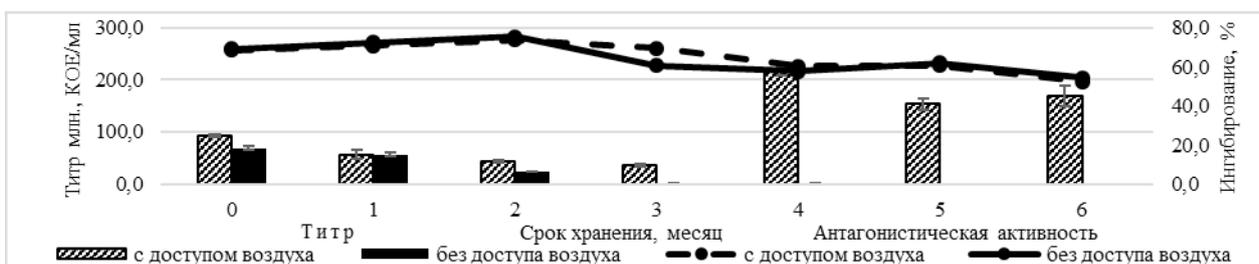


Рис. 3. Титр и антагонистическая активность ЖК штамма *B. subtilis* BZR 336g на ОС в процессе хранения

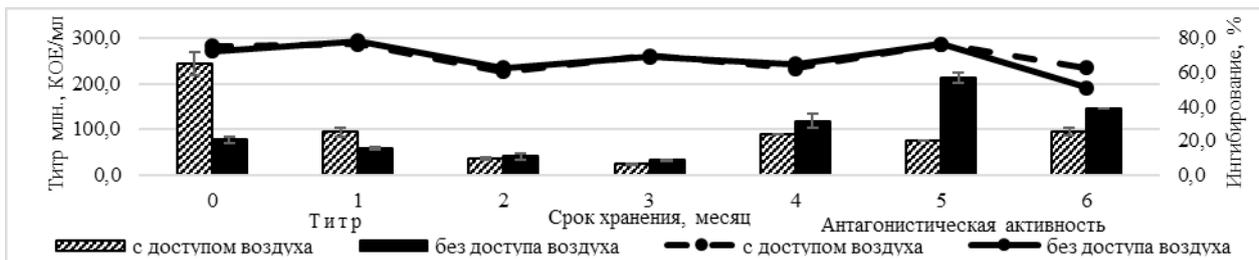


Рис. 4. Титр и антагонистическая активность ЖК штамма *B. subtilis* BZR 517 на ОС в процессе хранения

виях с доступом и без доступа воздуха составляла 68,5–73,7% и 69,3–75,6% соответственно. Затем начала снижаться на третьем месяце хранения и к шестому уменьшилась на 15–16% (рис. 3).

Антифунгальная активность штамма *B. subtilis* BZR 517 изменялась скачкообразно и к шестому месяцу хранения снизилась на 12% в варианте с доступом воздуха и на 21% в варианте без доступа воздуха (ингибирование гриба *F. graminearum* перед закладкой на хранение составляло 75,2 и 72,2% соответственно) (рис. 4).

Литература:

1. Нетрусов, Ф. И., Егорова М. А., Захарчук Л. М. Практикум по микробиологии. — М., 2005. — 608 с.
2. Егоров, Н. С. Выделение микробов-антагонистов и биологические методы учета их антибиотической активности. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1957. — 78 с.

## Физиологические аспекты действия гуминовых препаратов на продуктивность и качество риса

Томашевич Наталья Сергеевна, младший научный сотрудник<sup>1</sup>;

Барчукова Алла Яковлевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент<sup>2</sup>;

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет»

*Целью данной работы явилось обоснование использования ряда гуминовых препаратов как элемента технологии возделывания риса для повышения урожайности и улучшения качества зерна. Наиболее эффективным из серии испытываемых препаратов оказался регулятор роста Бигус.*

**Ключевые слова:** рис, регуляторы роста, повышение урожайности, улучшение качества зерна

## Physiological aspects of the action of humic preparations on yield and quality of rice

N. S. Tomashevich, A. J. Barchukova

*The increase in grain production — a key problem in agriculture for food security in our country. Purpose of this work was to rationale use of humic preparations, as part of rice growing technologies to improve plants yield and quality. Growth regulator Bigus was the most effective in a series of test drugs.*

**Keywords:** rice, growth regulators, higher yields, improving the quality of the grain

Потребительский спрос на рис ежегодно возрастает. По прогнозу ФАО, к 2020 г он составит 781 млн. т, превысив на 2–3% спрос на пшеницу. Как ожидается, в течение следующих 10 лет прирост производства замедлится и составит 11–12%, что обусловлено ограниченным количеством посевных площадей риса в мире. Увеличение сборов риса будет происходить в основном за счет роста урожайности. Поэтому повышение его урожайности особенно актуально [1, 2, 3].

Исследования, направленные на изучение влияния гуминовых препаратов на урожайность и качество зерна риса проводились в условиях полевого опыта

на рисовой системе ВНИИ риса в 2011–2013 годах и на базе кафедры физиологии и биохимии растений ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет».

Агротехника в опытах и водный режим — общепринятые в рисоводстве, все полевые работы проводились своевременно и качественно. Повторность опыта — 4-кратная. Метод размещения делянок — систематический. Общая площадь делянки 40,0 м<sup>2</sup> (длина 20,0 м, ширина 2,0 м), учетная — 27,0 м<sup>2</sup> (длина 18,0 м, ширина 1,5 м). Предшественник — черный пар. Объект исследования — сорта риса Флагман и Диамант.

Таблица 1. Урожайность риса сортов Флагман и Диамант в зависимости от применения гуминовых препаратов

Вариант	Сорт Флагман			Сорт Диамант		
	урожайность, ц/га	прибавка		урожайность, ц/га	прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%
Контроль — без обработки	67,1	—	—	65,2	—	—
Гумат К/Na — обработка семян	72,5	5,4	8,0	70,5	5,3	8,1
Гумат К/Na — обработка семян + растений	75,9	8,8	13,1	73,8	8,6	13,2
Реасил — обработка семян	73,0	5,9	8,8	71,5	6,3	9,7
Реасил — обработка семян + растений	76,5	9,4	14,0	74,3	9,1	14,0
Лигногумат — обработка семян	72,0	4,9	7,3	70,4	5,2	8,0
Лигногумат — обработка семян + растений	75,5	8,4	12,5	73,3	8,1	12,4
Бигус — обработка семян	74,7	7,6	11,3	73,6	8,4	12,9
Бигус — обработка семян + растений	77,3	10,2	15,2	75,3	10,1	15,5
НСР <sub>05</sub>	3,4	—	—	3,2	—	—

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [4].

Основным показателем эффективности всех агротехнологических мероприятий служит урожайность (таблица 1).

Из данных таблицы 1 видно, что обработка семян и растений (раздельно или совместно) гуминовыми препаратами повышает урожайность риса сорта Флагман на 7,3–15,2% и сорта Диамант 8,0–15,5% (урожайность в контроле 67,1 и 65,2 ц/га соответственно). Наиболее высокая прибавка урожая (10,2 и 10,1 ц/га) отмечена в вариантах с обработкой семян и растений препаратом Бигус, она составила 15,2 и 15,5% соответственно. Существенного различия между применением одного и того же препарата на разных сортах риса отмечено не было. Возможно, это связано с одинаковым периодом вегетации.

Наряду с повышением урожайности, применение исследуемых препаратов положительно сказалось на технологических свойствах зерна риса сортов Флагман и Диамант (таблица 2).

От значений пленчатости, стекловидности и трещиноватости зависит выход целого ядра и содержания в общей массе крупы дробленного при переработке на крупных

заводах риса-сырца [5]. Анализ представленных в таблице 2 данных показывает, что применение в технологии возделывания риса гуминовых препаратов приводит к улучшению технологических показателей качества зерна риса сортов Флагман и Диамант. Разница в показателях стекловидности была существенной и превысила контрольный вариант на 5,7–8,7% у сорта Флагман и 2,0–9,3% у сорта Диамант. В варианте с обработкой семян и растений регулятором роста Бигус формировалось зерно с более низкой пленчатостью (17,8 и 18,6%, в контроле — 21,1 и 22,2%) и трещиноватостью (2,7 и 5,2%, в контроле — 7,8 и 8,6% — у сортов Флагман и Диамант соответственно).

Таким образом, для повышения урожайности и качества зерна риса рекомендуем семена перед посевом и последовательно растения в фазе кушения обрабатывать препаратом Бигус с нормой расхода препарата 500 мл/т, 500 мл/га. Норма расхода рабочей жидкости для обработки семян — 10 л/т, для обработки растений в фазу кушения — 100 л/га. Обработка семян перед посевом проводится стационарно, на току в протравителях. Обработка растений в фазе кушения проводится с помощью авиации совместно с пестицидами.

Таблица 2. Влияние испытуемых препаратов на технологические показатели качества риса-сырца сорта Флагман/Диамант

Вариант	Пленчатость, %		Стекловидность, %		Трещиноватость, %	
	Флагман	Диамант	Флагман	Диамант	Флагман	Диамант
Контроль — без обработки	21,1	22,2	88,3	86,7	7,8	8,6
Гумат К/Na — обработка семян	20,5	21,3	94,6	88,7	6,4	7,5
Гумат К/Na — обработка семян + растений	19,4	20,8	96,0	92,3	5,2	7,0
Реасил — обработка семян	20,0	19,8	94,7	90,7	5,3	6,9
Реасил — обработка семян + растений	19,2	19,1	96,3	93,3	4,4	6,6
Лигногумат — обработка семян	20,4	21,6	94,0	89,3	5,4	7,5
Лигногумат — обработка семян + растений	20,0	21,2	95,0	91,3	4,8	7,2
Бигус — обработка семян	18,9	19,1	96,0	94,0	3,6	5,8
Бигус — обработка семян + растений	17,8	18,6	97,0	96,0	2,7	5,2

Литература:

1. Система рисоводства Краснодарского края/под общ. ред. Е.М. Харитонов. — Краснодар: ВНИИ риса, 2011. — 316 с.
2. Харитонов, Е.М. Социально-экономическая концепция развития рисоводства в Российской Федерации/Е.М. Харитонов — Ростов-на-Дону: «Фолиант», 2003. — 176 с.
3. Экспертно-аналитический центр Агробизнеса [Электронный ресурс]/http://ab-centre.ru/articles/
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — 5-е изд., доп. и перераб. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с., ил.
5. Аниканова, З.Ф. Рис, сорт, урожай, качество/З.Ф. Аниканова, Л.Е. Тарасова. — М.: Агропромиздат, 1988.

## Исследование возрастной динамики активности амилаз *Leptinotarsa decemlineata* методом зимографии

Турумтаева Галия Булатовна, студент;  
Камалетдинова Рамзиля Ниязовна, студент;  
Цветков Вячеслав Олегович, кандидат биологических наук, доцент;  
Шпирная Ирина Андреевна, кандидат биологических наук, доцент;  
Ибрагимов Ринат Исмагилович, доктор биологических наук, профессор  
Башкирский государственный университет, г. Уфа

*Методом электрофореза с иммобилизованным субстратом исследован молекулярный состав и различия в активности различных форм пищеварительных амилаз личинок *Leptinotarsa decemlineata*. Проведен денситометрический анализ результатов разделения, позволяющий количественно оценить активность ферментов. Показано достоверное отличие в соотношениях активности различных форм фермента на разных стадиях развития насекомых, что может свидетельствовать о роли амилолитических ферментов в адаптации вредителей.*

**Ключевые слова:** колорадский жук, амилазы, зимография, адаптация.

## The study of age dynamics of the *Leptinotarsa decemlineata* amylases activity using zymographic technique

Turumtaeva G. B., Kamaletdinova R. N., Tsvetkov V. O., Shpirnaya I. A., Ibragimov R. I.

*By electrophoresis with immobilized substrate, we investigated the molecular composition and the differences in the activity of various forms of digestive amylases of larvae of *Leptinotarsa decemlineata*. Densitometric analysis of the results of separation, allowing quantifying the activity of enzymes, was performed. A significant difference in the ratio of the activity of the various enzyme forms at different stages of insect development was shown, and it may indicate a role of amylolytic enzymes in the adaptation of pests.*

**Keywords:** *Leptinotarsa decemlineata*, amylase, zymographic technique, adaptation.

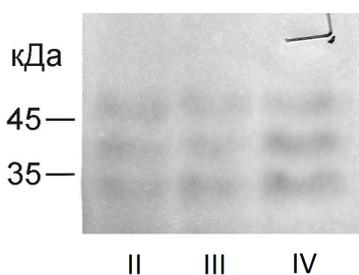
У колорадского жука обнаружен комплекс гидролитических ферментов (протеиназы, амилазы, липазы и др.), позволяющих ему эффективно перерабатывать растительную пищу [4]. Одними из наиболее активных карбогидраз колорадского жука считаются амилазы [3], являющиеся одним из важных факторов усвоения растительной пищи насекомым [2]. В отличие от протеолитических ферментов, амилазы колорадского жука исследованы сравнительно слабо. Известно, что состав амилолитических ферментов в пищеварительном тракте некоторых насекомых

может претерпевать определенные изменения в зависимости от стадии развития [1]. В этой связи актуальным представляется изучение молекулярного состава амилаз насекомых-вредителей, закономерности его изменения, а также выявление факторов, вызывающих данные изменения. Целью нашей работы являлось исследование возрастной динамики активности различных форм амилаз колорадского жука.

Зимография является электрофоретическим методом, который включает в себя полимеризацию субстрата в по-

лиакриламидном геле для обнаружения ферментативной активности [5]. Активность ферментов визуализируется после их электрофоретического разделения в денатурирующих условиях и последующей ренатурации. Методы зимографии используются для изучения гидролаз различных типов.

Для изучения возрастной динамики активности различных форм амилаз исследовали личинок II, III, IV стадий развития. Навеску личинок разных возрастов гомогенизировали в равном количестве дистиллированной воды и выдерживали в смеси с буфером для образцов в течение 20 минут при 70°C. Полученные образцы наносили на гель и анализировали методом зимографии.

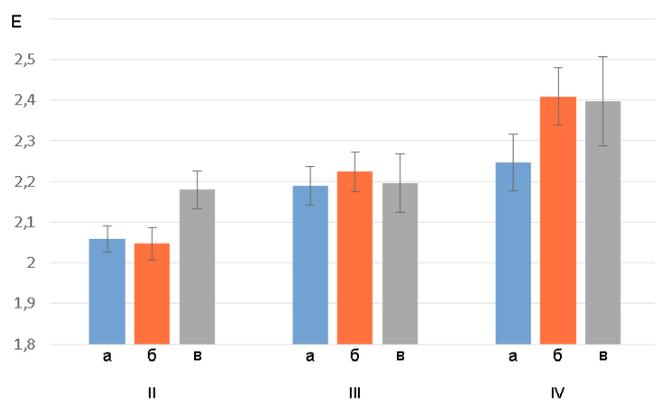


**Рис 1. Оценка активности различных форм амилаз личинок на разных стадиях развития методом зимографии. Окраска раствором Люголя. Римскими цифрами обозначены стадии развития насекомых. Исходное изображение геля переведено в черно-белый режим и инвертировано.**

Для количественной оценки выявленных различий в активности амилаз проводили денситометрический анализ полученной зимограммы с последующей статистической обработкой (рис. 2).

Литература:

1. Яшина, И. М. Генетические и методические аспекты традиционной селекции картофеля на устойчивость к колорадскому жуку // Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. — М. Наука, 2000. — с. 102–107.
2. Рябенко, Н. А., Никитин Н. И. Влияние пищевого фактора на микро-эволюцию колорадского жука // Вестник Днепропетровского университета. — 2006. — Т. 1. с. 165–171.
3. Дунаевский, Я. Е. Эндогенные ингибиторы протеаз как фактор устойчивости растений/Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. — М. Наука, 2000. — с. 119–123.
4. Велобова, Е. Н. Переваривание белков. Киев: гродынец, 1993, 29 с.
5. Hempelmann, E., Putfarken, B., Rangachari, K., Wilson, R. J. M. Immunoprecipitation of malarial acid endopeptidase. Parasitology, 1986. №92. P. 305–312.



**Рис 2. Компьютерный анализ активности различных форм амилаз личинок на разных стадиях развития. Римскими цифрами обозначены стадии развития насекомых. А — высокомолекулярная форма, б — форма со средним значением молекулярной массы, в — низкомолекулярная форма. По вертикальной оси — единицы ферментативной активности, калибровка по амилазе *B. subtilis*. В качестве величины погрешности показан доверительный интервал выборочного среднего.**

Анализ возрастной динамики активности амилаз показывает во многом сходную картину соотношения активностей различных форм ферментов на разных стадиях развития. Вместе с тем, достоверно выявляются отличия в активности высокомолекулярной формы амилазы по сравнению с остальными формами между второй и четвертой стадиями развития личинок. Одной из возможных причин появления таких различий является изменение состава пищеварительных амилаз в процессе адаптации насекомых к ингибиторам кормовых растений, являющимся важным компонентом их защитных механизмов.

## Генетическая характеристика фитопатогенных микроорганизмов, выделенных из природных источников

Фальковская Ульяна Владимировна, младший научный сотрудник, магистрант;  
Сидоренко Анастасия Вячеславовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;  
Новик Галина Ивановна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией;  
Институт микробиологии НАН Беларуси,

Тимофеева Вероника Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией  
Центральный ботанический сад НАН Беларуси

*На основании данных анализа нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК определена таксономическая принадлежность 19 культур фитопатогенных бактерий, изолированных из клубней топинамбура с признаками бактериозов. Выполнено молекулярное типирование выделенных бактериальных культур с помощью методов ERIC-ПЦР и BOX-ПЦР. Показано, что данные методы позволяют выявлять генетическую гетерогенность бактерий на уровне штамма.*

**Ключевые слова:** молекулярно-генетическая идентификация, молекулярное типирование, ERIC-ПЦР, BOX-ПЦР, фитопатогенные бактерии.

## GENETIC CHARACTERISTICS OF PHYTOPATHOGENIC MICROORGANISMS ISOLATED FROM NATURAL SOURCES

Falkouskaya U. V., Sidarenka A. V., Novik G. I., Timofeeva V. A.

*Based on the analysis of the 16S rRNA gene sequence taxonomic affiliation of 19 isolated cultures of phytopathogenic bacteria causing diseases of the Jerusalem artichoke tubers were identified. Molecular typing of isolated bacterial cultures using ERIC-PCR and BOX-PCR was carried out. It was shown that these methods allow to detect genetic heterogeneity of bacteria on the strain level.*

**Keywords:** molecular genetic identification, molecular typing, ERIC-PCR, BOX-PCR, phytopathogenic bacteria.

Оценка генетического разнообразия фитопатогенных бактерий имеет важное значение для эпидемиологии, селекции и контроля бактериозов сельскохозяйственных культур. Данные молекулярно-генетической идентификации могут быть применены для выяснения возможных источников инфекции, маркирования особо вирулентных штаммов, а также при изучении популяционной генетики и молекулярной филогении фитопатогенов.

Согласно сведениям литературы, геномы бактерий характеризуются наличием нескольких категорий повторяющихся последовательностей, таких как гены рРНК, тРНК, IS элементы, а также прямые повторяющиеся последовательности длиной 20–50 п. н. К последней категории относятся REP-последовательности (repetitive extragenic palindromic sequences) — повторы длиной 32 п. н., локализованные вне кодирующей области бактериального генома. Было показано, что праймеры, комплементарные консенсусной последовательности REP-повторов *E. coli*, могут быть успешно использованы для анализа различных бактериальных геномов. Метод REP-ПЦР с использованием праймеров ERIC зарекомендовал себя как не-

трудоемкий и доступный подход к типированию микроорганизмов и выявлению их идентичности [1]. Метод BOX-ПЦР, предполагающий амплификацию повторяющихся BOX-элементов, также широко используется для видовой идентификации и штаммовой дифференциации микроорганизмов [2].

Цель исследования — молекулярно-генетическая идентификация фитопатогенных бактерий, изолированных из клубней топинамбура с признаками бактериального поражения.

Проведена молекулярно-генетическая идентификация 19 штаммов фитопатогенных бактерий, выделенных из клубней топинамбура с признаками бактериоза, на основании анализа нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК, поскольку данный метод рекомендован в качестве одного из стандартов. В результате амплификации на матрице геномной ДНК исследуемых культур с праймерами 8f и 1492g получены ПЦР-продукты размером ~1500 п. н., что соответствует полной нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК. С помощью секвенирования определена нуклеотидная последовательность прокси-

мального участка (~800 п. н.) амплифицированных фрагментов гена 16S рРНК. С использованием программы BLAST и информационных ресурсов международной базы данных GenBank проведен филогенетический анализ секвенированных последовательностей. Установлено, что 10 штаммов относятся к виду *Pseudomonas* sp., 5 штаммов — виду *Stenotrophomonas* sp., 2 штамма — виду *Serratia* sp., 1 штамм — виду *Xanthomonas* sp., 1 штамм — *Rahnella* sp.

Полученные результаты свидетельствуют, что основными возбудителями бактериозов топинамбура являются бактерии рода *Pseudomonas* (52,6% выделенных культур). Также часто встречаются бактерии родов *Stenotrophomonas* (26,3%) и *Serratia* (10,5%), а представители родов *Xanthomonas* и *Rahnella* составляют 5,3% от выделенных культур.

Выполнено молекулярное типирование выделенных бактериальных культур с использованием методов ERIC —

ПЦР и BOX — ПЦР в оптимизированных ранее условиях [3].

При проведении BOX — ПЦР были получены штаммоспецифичные фингерпринты, содержащие от 2 до 9 фрагментов размером 360–3000 п. н. В ERIC — фингерпринтах анализируемых штаммов также присутствовало 2–9 фрагментов размером 100–2200 п. н. Для штаммов 3н-1, 8-4, 9-1, 9-3, BOX-фингерпринты были нечеткими, ERIC- фингерпринты были нечеткими для штаммов 8-4, 9-1. BOX- и ERIC- фингерпринты штаммов 4-2, 4-3, 8-3, 9-4 и 5-4, 8-у были схожими. Для остальных штаммов фингерпринты характеризовались набором отличающихся ПЦР-продуктов и отражали генетическую гетерогенность культур. Полученные результаты подтверждают перспективное использование методов ERIC-и BOX-ПЦР для выявления генетического полиморфизма штамма фитопатогенных бактерий.

#### Литература:

1. Epplen, J. T. Oligonucleotide fingerprinting using simple repeat motifs: a convenient, ubiquitously applicable method to detect hypervariability for multiple purposes/J. T. Epplen, H. Ammer, C. Epplen [et al.] // EXS. — 1991. — № 58. — P. 50–69.
2. Farber, J. M. An introduction to the hows and whys of molecular typing/J. M. Farber // J. Food Prot. — 1996. — № 59. — P. 1091–1101.
3. Фальковская, У. В. Генетическая характеристика фитопатогенных бактерий из фонда Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов/У. В. Фальковская, А. В. Сидоренко, Г. И. Новик // Биотехнология: реальность и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 1–3 декабря, 2014 — с. 81–83.

## Влияние экзогенных аминокислот на растения озимой пшеницы сорта Адель

Федулов Юрий Петрович, доктор биологических наук, заведующий кафедры физиологии и биохимии растений;  
Лищневский Михаил Юрьевич, младший научный сотрудник;  
Мальцева Дария Александровна, младший научный сотрудник  
Кубанский государственный аграрный университет

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*Изучалось влияние предпосевной обработки семян пшеницы аминокислотами на морфологические параметры растений в фазу кущения. Обнаружено, что аминокислоты на ранних этапах вегетации стимулируют ростовые процессы у озимой пшеницы. Активность аминокислот в значительной степени зависит от их концентрации в обрабатываемом растворе.*

**Ключевые слова:** озимая пшеница, регуляторы роста растений, аминокислоты

## Influence of exogenous amino acids on plants of winter wheat of varieties Adele

Fedulov Y. P., Lishchenovskiy M. Y., Maltseva D. A.

Kuban State Agrarian University, Institute of Biological Plant Protection

*The influence of pre-sowing treatment of seeds of the wheat by processing amino acids on morphological parameters of the plants in the tillering stage had been studied. It was found that the amino acids in the early stages of vegetation are stimulating processes of the growth of winter wheat. Activity of amino acids largely depends on its concentration in the treated solution.*

**Keywords:** winter wheat, plant growth regulators, amino acids

Сегодня невозможно получать высокий урожай сельскохозяйственных культур без использования регуляторов роста растений (РРР). Преимущество использования биостимуляторов очевидно: стимулируют рост, активируют иммунные системы растений, повышают стрессоустойчивость растений, их применение позволяет снизить расход других более дорогостоящих пестицидов [1]. В качестве действующего вещества в РРР применяют в основном фитогормоны растений или их аналоги, но существует огромное количество других веществ, оказывающих сильное регуляторное влияние на растения. К этой группе относятся и аминокислоты. Были проведены исследования, в которых доказаны иммуномодулирующие, антистрессовые и регуляторные свойства некоторых аминокислот [2; 3; 4]. Росторегулирующие свойства аминокислот изучены ещё недостаточно. Также дополнительного рассмотрения требуют вопросы их практического применения в сельском хозяйстве.

В связи с этим нами решено было исследовать влияние предпосевной обработки семян озимой пшеницы на рост и развитие растений в фазу кущения. Объектом исследования служила озимая пшеница сорта Адель. Опыт проводился в учебно-опытном хозяйстве «Кубань» Кубанского ГАУ. Было исследовано семь рацематных смесей аминокислот: изолейцина, фенилаланина, триптофана, валина, аргинина, метионина, пролина. Семена пшеницы замачивались в течение 1 мин в водных растворах аминокислот трех концентраций:  $10^2$ ,  $10^4$ ,  $10^6$  моль/л. В качестве стандарта использовался регулятор роста Радифарм

(0,3 л/т). Все семена обрабатывались фунгицидом Ламадор. Морфологические измерения растений проводились в фазу кущения. Повторность опыта составляла 20 растений.

Значимого влияния исследуемых веществ на длину надземной части растений выявить не удалось. Наибольшие значения длин растений отмечались в вариантах, где семена обрабатывались изолейцином ( $10^{-4}$  моль/л) — 37,1 см и аргинином ( $10^{-6}$  моль/л) — 36,7. Средняя длина в контроле составила 32,9 см.

Масса надземной части растений под действием аминокислот изменялась в большей степени, чем длина растений. Обработка семян шестью из семи исследованных аминокислот в определённых концентрациях стимулировала развитие растений пшеницы (табл. 1). Наиболее эффективные концентрации для проявления ростостимулирующей активности у аминокислот отличались. Только у метионина ростостимулирующая активность росла с ростом концентрации этого вещества в обрабатываемом растворе. Максимум физиологической активности других аминокислот приходился на более низкие концентрации ( $10^{-4}$  и  $10^{-6}$  моль/л).

Физиологическое воздействие при столь низких концентрациях позволяет предположить, что действие аминокислот на метаболизм прорастающего семени и проростка пшеницы связано именно с его регуляторными свойствами, а не как источник недостающих элементов питания.

Масса растений пшеницы в фазу кущения в весенний период вегетации под действием аминокислот возрастала

Таблица 1. Масса стебля растений озимой пшеницы, фаза кущения

Варианты	Масса, г		
	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>
Контроль	36,5		
Радифарм	33,6		
Изолейцин	31,0	40,8	48,2*
Фенилаланин	30,8	48,0*	31,1
Триптофан	30,1	37,0	35,3
Валин	37,5	40,2	48,2*
Аргинин	41,1	32,7	55,0*
Метионин	49,4*	41,5	37,4
Пролин	42,2	48,0*	40,6
НСР <sub>05</sub>	<b>8,8</b>		

\* — значения достоверно отличаются от контроля

на 30–40%, наибольшее влияние оказал аргинин в концентрации 10<sup>-6</sup> моль/л, повысив массу растений в 1,5 раза по сравнению с контролем. Стоит отметить, что рост массы растений после обработки пролином (10<sup>4</sup> моль/л) связано с ростом кустистости в 1,5 раза по сравнению с контролем.

Радифарм не показал достоверную прибавку на изучаемые параметры в исследуемый период вегетации пшеницы.

Полученные данные дают основание утверждать, что аминокислоты на ранних этапах вегетации способны стимулировать ростовые процессы у озимой пшеницы. Активность аминокислот в значительной степени зависит от их концентрации в обрабатываемом растворе. Исследованные аминокислоты кроме триптофана могут использоваться в качестве ростостимулирующих веществ на озимой пшенице Адель в баковой смеси с фунгицидом Ламадор.

Литература:

1. Effect of sulfur availability on the integrity of amino acid biosynthesis in plants. Nikiforova, V. J., и др. 24 Апрель 2006 г., Amino Acids, Т. 30, стр. 173–183.
2. Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. Hammad, Salwa A. R. и Osama, A. M. Ali. 2014 г., Annals of Agricultural Science, стр. 133–145.
3. The aspartic acid metabolic pathway, an exciting and essential pathway in plants. Azevedo, Ricardo Antunes. 2, 6 Март 2006 г., Amino Acids, Т. 30, стр. 143–162.
4. Муромцев, Г. С. Регуляторы роста растений. М.: Колос, 1979.

## Разработка технологии получения нового экологически безопасного биофунгицида на основе бактерий *Bacillus subtilis* для защиты озимой пшеницы от экономически значимых болезней

Хомяк Анна Игоревна, аспирант;

Асатурова Анжела Михайловна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*Установлены оптимальные условия культивирования для штаммов-продуцентов биопрепаратов *Bacillus subtilis* BZR 336g и *B. subtilis* BZR 517: температура, pH, время культивирования, источники углеродного и азотного питания. Были получены оригинальные образцы оптимизированных питательных сред, которые обеспечивают получение жидкой культуры препаратов с оптимальным количеством колониеобразующих единиц в сочетании с высокой антифунгальной активностью в отношении *Fusarium graminearum* и *Fusarium oxysporum*.*

**Ключевые слова:** бактерии, *Bacillus subtilis*, температура, pH, время культивирования, источники питания, *Fusarium graminearum*, *Fusarium oxysporum*.

## The development of technology for new environmentally safety biofungicide on the basis *Bacillus subtilis* to protect winter wheat against economically important diseases

Homyak A. I., Asaturova A. M.

Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection  
Russian Academy of Agricultural Sciences»

*Optimal conditions for cultivation of *B. subtilis* BZR 336g and *B. subtilis* BZR 517 strains have been found in the course of the study: temperature, pH, cultivation time, carbon and nitrogen nutrition sources. The studies yielded optimized original samples of nutrient media to provide liquid culture preparations with an optimal amount of colony forming units combined with a high antifungal activity against *Fusarium graminearum* and *Fusarium oxysporum*.*

**Keywords:** bacteria, *Bacillus subtilis*, temperature, pH, cultivation time, nutrition sources, *Fusarium graminearum*, *Fusarium oxysporum*.

Безопасной альтернативой химическим пестицидам для защиты растений в сельскохозяйственном производстве служат биологические препараты, а направление по созданию биопрепаратов для защиты растений становится все более актуальным [1].

Известно, что качество получаемого биопрепарата на основе микроорганизмов зависит, в том числе, от сбалансированности состава питательной среды. Поэтому, все большее значение приобретает поиск новых компонентов питательных сред, их оптимального соотношения с базисным составом среды и соответствия свойствам культивируемого объекта [2]. Таким образом, вопрос оптимизации условий культивирования бактерий является актуальным. В связи с этим, цель настоящего исследования — подобрать оптимальные условия культивирования для штаммов бактерий *B. subtilis* BZR 336g и *B. subtilis* BZR 517 — основы опытных образцов новых

биофунгицидов для защиты озимой пшеницы от болезней, разработанных в лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ ВНИИБЗР [3].

Объектами исследования послужили штаммы-продуценты биопрепаратов *B. subtilis* 336g [4] и *B. subtilis* BZR 517 [5]. Определение количества колониеобразующих единиц (КОЕ) микроорганизмов проводили методом Коха [6], определение антифунгальной активности бактерий — методом встречных культур [7], определение условий и сроков культивирования бактерий — с помощью стандартных методов [6, 7]. В тестах на антифунгальную активность использовали культуры фитопатогенных грибов *F. graminearum* Schwabe и *F. oxysporum* var. *orthoceras* Schlecht из коллекции ФГБНУ ВНИИБЗР.

В результате проделанной работы установлен температурный оптимум для культивирования перспективных

штаммов: *B. subtilis* BZR 336g 30,0°C, *B. subtilis* BZR 517 – 35,0° С. Определен оптимальный pH для выращивания бактериальных культур: *B. subtilis* BZR 336g 6,0 и 8,0, *B. subtilis* BZR 517 – 10,0. Максимальный титр жидкой культуры (ЖК) опытных образцов на основе штаммов *B. subtilis* BZR 336g и *B. subtilis* BZR 517 отмечен на среде, где в качестве источника углерода была использована меласса, а в качестве источников азота пептон, дрожжевой и кукурузный экстракты.

На основании полученных данных были подобраны первые образцы оригинальных оптимизированных питательных сред. Установлено, что титр ЖК на основе штамма *B. subtilis* 336g на оптимизированной среде оказался на три порядка выше, чем на среде Кинга В, и на два порядка выше, чем на картофельно-глюкозной среде и составил  $(8,7 \pm 0,66) \times 10^{10}$  КОЕ/мл. Для штамма *B. subtilis* BZR 517 оптимизированная питательная среда также оказалась более предпочтительной по данному критерию: титр ЖК составил  $(7,2 \pm 0,42) \times 10^{10}$  КОЕ/мл, тогда как на среде КБ и картофельно-глюкозной среде  $(3,7 \pm 0,14) \times 10^8$  и  $(1,8 \pm 0,07) \times 10^8$  КОЕ/мл соответственно.

Исследования антагонистической активности показали, что для штамма *B. subtilis* 336g максимальное антифунгальное действие в течение всего периода инкубации отмечено на оптимизированной питательной среде и составило от 78,2 до 90,0%. Степень ингибирования *F. graminearum* в варианте со штаммом *B. subtilis* 517 к де-

сятым суткам увеличивалась на всех питательных средах, однако существенной разницы по антифунгальной активности между вариантами выявлено не было.

В ходе исследований кинетики роста штаммов при периодическом культивировании установлено, что оптимальным сроком культивирования для штамма *B. subtilis* 336g является 36–48 ч., для штамма *B. subtilis* 517 — 24–36 ч. Именно в указанных диапазонах отмечен максимальный титр ЖК:  $(2,4 \pm 0,24) \times 10^9$  КОЕ/мл у штамма *B. subtilis* 336g и  $(1,4 \pm 0,06) \times 10^9$  КОЕ/мл у штамма *B. subtilis* 517.

При этом в процессе исследования антибиотической активности в зависимости от сроков культивирования установлено, что максимальная активность в отношении тестерного гриба *F. oxysporum* у штамма *B. subtilis* 336g отмечена при культивировании от 24 до 48 ч, для штамма *B. subtilis* 517 — от 16 до 36 ч.

Таким образом, нами установлены оптимальные условия культивирования исследуемых штаммов и получены первые образцы оригинальных оптимизированных питательных сред. На последующих этапах планируется усовершенствовать состав оптимизированных питательных сред и разработать технологию получения биофунгицидов комплексного действия. Новые биофунгициды могут быть использованы для защиты озимой пшеницы в технологиях органического земледелия и в системах интегрированной защиты, существенно снижая пестицидный пресс на агроценозы юга России.

#### Литература:

1. Штерншис, М. В. Тенденция развития биотехнологии микробных средств защиты растений в России // Вестник Томского ГУ. Биология. 2012. №2 (18). с. 92–100.
2. Царенко, И. Ю., Рой А. А., Курдиш И. К. Оптимизация питательной среды для культивирования *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 // Мікробіологічний журнал. Т. 73. №2. 2011. с. 13–19.
3. Asaturova, A. M., Dubyaga V. M., Tomashevich N. S., Zharnikova M. D., Zhevnova N. A., Homyak A. I. Development of environmentally friendly bacterial biopreparations for the protection of fall wheat from *Fusarium* pathogens and other diseases // 10th International conference on plant diseases. 2012. P. 709–716.
4. Положительное решение о выдаче патента РФ от 27.02.2015 г. по заявке на патент РФ №2013151377 от 20.11.2013 Штамм бактерий *Bacillus subtilis* BZR 336g для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов./Асатунова А. М., Дубяга В. М.; Заявл. 20.11.2013.
5. Положительное решение о выдаче патента РФ от 27.02.2015 г. по заявке на патент РФ №2013151375 от 20.11.2013 Штамм бактерий *Bacillus subtilis* BZR 517 для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов./Асатунова А. М., Дубяга В. М.; Заявл. 20.11.2013.
6. Практикум по микробиологии: Учеб. пособие/Под ред. А. И. Нетрусова. М.: Академия, 2005. 608 с.
7. Мосичев, М. С., Складнев А. А., Котов В. Б. Общая технология микробиологических производств. М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1982. 264 с.

## Рост штаммов *Lecanicillium muscarium* на агаризованных средах с различными источниками углеводов

Чоглокова Анна Александровна, младший научный сотрудник;  
Митина Галина Вадимовна, ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук;  
Первушин Алексей Леонидович, младший научный сотрудник  
ФГБНУ Всероссийский НИИ защиты растений, г. Санкт-Петербург, Пушкин

Изучен рост 5 штаммов *L. muscarium* на средах с различными источниками углеводов. Выделено 5 морфотипов и определена скорость роста для каждого штамма. Для штамма VI 72 выявлена связь продуктивности спороношения с внешним видом колоний, наибольшие титры спор получены при росте на сахарозе ( $6,8 \cdot 10^7$  спор/см<sup>2</sup>) и крахмале ( $4,5 \cdot 10^7$  спор/см<sup>2</sup>).

**Ключевые слова:** энтомопатогенные грибы, *Lecanicillium muscarium*, морфотип, культивирование, биопестициды.

## Growth of strains of *Lecanicillium muscarium* on agar media with various sources of carbohydrates

Chogloкова A. A., Mitina G. V., Pervushin A. L.

It was studied the growth of 5 strains of *L. muscarium* on media with various sources of carbohydrates. Based on their morphological features colonies were divided into 5 morphotypes, and rate of growth was determined. It was found the connection between the efficiency of a sporulation and appearance of colonies for strain VI 72. The greatest titers of spores are shown at growth on sucrose ( $6,8 \cdot 10^7$  conidia/cm<sup>2</sup>) and starch ( $4,5 \cdot 10^7$  conidia/cm<sup>2</sup>).

**Keywords:** entomopathogenic fungi, *Lecanicillium muscarium*, morphotype, cultivation, biopesticides.

На основе энтомопатогенного гриба *Lecanicillium muscarium* (Petch.) Zare & W. Gams (бывший комплексный вид *Verticillium lecanii*), который является природным патогеном насекомых из отряда Homoptera [1, с. 11-12; 2, с. 389–391], в нашей стране и за рубежом разрабатываются микробиологические препараты для защиты овощных и декоративных культур в закрытом грунте [3, с. 237–256]. Для производства биопестицидов важно подобрать такие источники углеводов, при росте на которых гриб обладает высокими показателями продуктивности по биомассе и спорам, а также скорости роста. Известно, что некоторые сахара обладают защитными свойствами [4, с. 1], сохраняя споры при высушивании для получения сухого биопрепарата, другие же углеводы (глицерин, крахмал) используются для производства пастообразных препаративных форм [5, с. 1].

Для выявления различий в утилизации сахаров исследованы 5 штаммов энтомопатогенного гриба *Lecanicillium muscarium*, депонированные в коллекции ВИЗР. На основе среды Чапека составлено 6 питательных сред, в которых в качестве источников углеводов использованы сахара различных классов: лактоза, рамноза, арабиноза, крахмал, глицерин и сахароза. В ходе исследования изме-

ряли скорость роста грибов (диаметр колоний на 7, 10 и 14 сутки при температуре 28°C) и изучали морфологию колоний на 10 сутки. Для штамма VI 72 определена продуктивность конидий на средах по титру спор с 1 см<sup>2</sup>.

По внешнему виду колонии условно разделены на 5 морфотипов. При росте на лактозе и рамнозе все исследованные штаммы образовывали плоские паутинистые колонии (морфотипы А и С), а на средах с глицерином и сахарозой — преимущественно выпуклые и пушистые (морфотипы В и D). На арабинозе и крахмале штаммы образовывали колонии всех 5 морфотипов (рис. 1).

Для штамма VI 68 отмечено образование эксудата при росте на глицерине. Существенных различий в скорости роста на разных углеводах не выявлено.

Наибольшие титры спор для штамма VI 72 обнаружены при росте на сахарозе ( $6,8 \cdot 10^7$  спор/см<sup>2</sup>) и крахмале ( $4,5 \cdot 10^7$  спор/см<sup>2</sup>) (табл. 1). Самое скудное спороношение отмечено на рамнозе ( $1,8 \cdot 10^7$  спор/см<sup>2</sup>), в то же время скорость роста штамма на разных средах различалась незначительно (рис. 2).

У штамма VI 72 с бархатистой текстурой колонии на крахмале (тип Е, рис. 2) титр был выше, чем у ко-

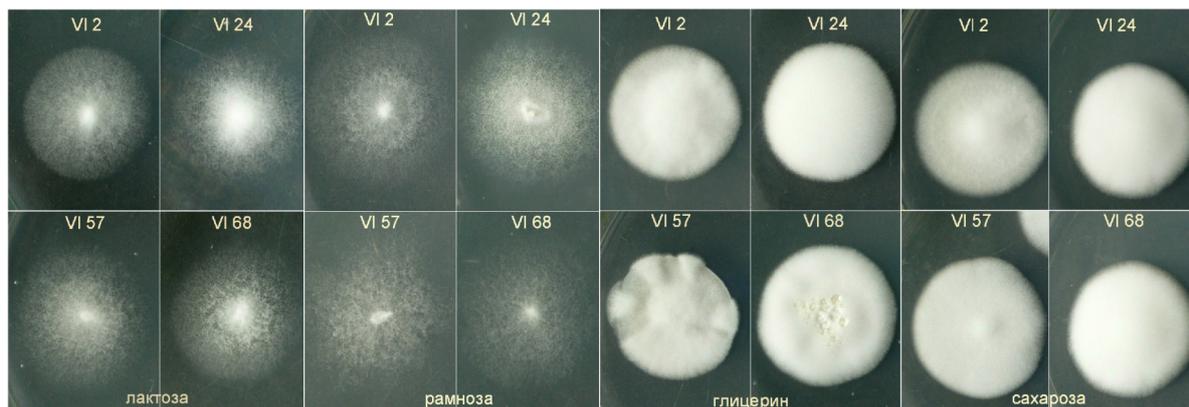


Рис. 1. Морфология колоний на средах с различными источниками углеводов

Таблица 1. Характеристики колоний штамма VI 72 при росте на агаризованных средах с различными источниками углеводов

Характеристика	Углеводный компонент питательной среды					
	лактоза	рамноза	арабиноза	крахмал	глицерин	сахароза
Диаметр колонии, мм	30,3	31,7	29,0	31,7	28,0	30,0
Титр, спор/см <sup>2</sup>	3,1·10 <sup>7</sup>	1,8·10 <sup>7</sup>	3,6·10 <sup>7</sup>	4,5·10 <sup>7</sup>	3,2·10 <sup>7</sup>	6,8·10 <sup>7</sup>



Рис. 2. Внешний вид колоний штамма VI 72 на средах с разными сахарами

лоний с развитым воздушным мицелием (В и D). Это подтверждает результаты, полученные другими авторами

при изучении биоразнообразия штаммов *V. lecanii* [6, с. 400-404; 7, 19 с.].

Литература:

1. Евлахова, А. А. Применение гриба *Cephalosporium lecanii* Zimm. для борьбы с цитрусовой щитовкой // Доклады ВАСХНИЛ. 1939. Т. 11. с. 11–22.
2. Hall, R. A. *Verticillium lecanii* on the aphid, *Macrosiphoniella sanborni* // Journal of Invertebrate Pathology. 1976. Vol. 28, №3. P. 389–391.
3. Faria, M. R., Wraight S. P. Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types // Biological Control. 2007. Vol. 43. P. 237–256.
4. Митина, Г. В., Сокорнова С. В., Павлюшин В. А. Энтомопатогенный биопрепарат для защиты растений от вредителей и способ его получения // Патент РФ №2487542 от 21.10.2011. Опубликовано 20.07.2013. Бюл. №20. с. 1–12.
5. Митина, Г. В., Чоглокова А. А., Павлюшин В. А. Способ получения энтомопатогенного препарата // Патент РФ №2421995 от 17.11.2009. Опубликовано 27.06.2011. Бюл. №18. с. 1–6.

6. Соловей, Е. Ф. Гетерогенность популяции *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas // Микология и фитопатология. 1980. Т. 14, №5. с. 400—404.
7. Аванесов, С. Г. Биологические основы отбора вирулентных штаммов энтомопатогенного гриба *V. lecanii* (Zimm.): Автореф. дис. к. б. н. Л. 1987. 19 с.

## Перспектива биоконтроля фитопатогенных микромицетов штаммами ассоциативных с растениями риса бактерий

Якубовская Алла Ивановна, младший научный сотрудник

Государственное бюджетное учреждение Республики Крым «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

*Исследовали антагонистическую активность коллекционных штаммов азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих и ростстимулирующих бактерий, выделенных из апикальной части корней риса с высокой степенью ассоциативности. Штаммы бактерии рода *Bacillus* проявили антифунгальную активность к *F. glumarum* и являются перспективными для контроля патогенных микромицетов.*

**Ключевые слова:** антагонизм, ризобактерии, ассоциативность, *Fusarium*, биоконтроль.

## The perspective of biocontrol strains pathogenic micromycetes association with plants rice bacteria

Yakubovskaya A. I.

*We studied antagonisticheskiyu activity collection strains of nitrogen-fixing activity, fosfatmobiliziruyuschih and growth-stimulating bacteria isolated from the apical parts of the roots of rice with a high degree of associativity. Strains of bacteria of the genus *Bacillus* showed antifungal activity against *F. glumarum* and are promising for the control of pathogenic micromycetes.*

**Keywords:** antagonism, rhizobacteria, associativity, *Fusarium*, biocontrol.

В настоящее время в практике сельского хозяйства все большей популярности приобретают микробные препараты на основе азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих, ростстимулирующих микроорганизмов и бактерий — антагонистов фитопатогенов [1–3]. В связи с этим возрастает научный и практический интерес к повышению эффективности растительно-микробного взаимодействия. Ассоциативные бактерии, как правило, имеют комплекс хозяйственно полезных для растений свойств [4]. Ассоциативные бактерии способны синтезировать антибиотические вещества, ингибирующие рост других микроорганизмов [5], в том числе микромицетов.

В задачу наших исследований входило изучить антагонистическую активность коллекционных штаммов азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих и ростстимулирующих бактерий, выделенных из апикальной части корней риса с высокой степенью ассоциативности.

Антифунгальную активность штаммов изучали в условиях лабораторных опытов методом блочков [6]. Тест культуры — грибы рода *Fusarium*, вызывающих фузариозные заболевания сельскохозяйственных культур.

Способность к подавлению роста *F. glumarum* выявлена у всех исследуемых штаммов рода *Bacillus* (табл. 1). Наибольшая зона подавления (7 мм) роста *F. glumarum* отмечена у *Bacillus sp.* 10, а наименьшая (2 мм) — у *Bacillus sp.* 92. Штамм *Bacillus sp.* 31 проявил антагонистическую активность к исследуемым грибам. У *F. oxysporum* и *F. moniliforme* отмечена устойчивость к метаболитам исследуемых коллекционных штаммов рода *Bacillus*.

Из шести штаммов рода *Flavobacterium* антагонистические свойства выявлены только у *Flavobacterium sp.* 5. к *F. glumarum*. Штамм *Enterobacter sp.* 32 проявил антагонизм к 3 тест-культурам.

Таким образом, из исследуемых коллекционных культур штаммы бактерий рода *Bacillus* проявили антифунгальную активность к *F. glumarum*. Для биоконтроля патогенных микромицетов перспективными штаммами являются *Bacillus sp.* 71, *Bacillus sp.* 710, *Bacillus sp.* 10. У штамма *Bacillus sp.* 31 выявлена антибиотическая активность к исследуемым фузариумам. Полученные результаты будут использованы в дальнейших исследованиях для раскрытия механизма взаимодействия ассо-

Таблица 1. Влияние ассоциативных штаммов на развитие фитопатогенных микромицетов рода *Fusarium*

Название штамма	Зоны угнетения роста тест-культур, мм		
	<i>F. glumarum</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. moniliforme</i>
Контроль	0	0	0
<i>Bacillus sp.</i> 92	2	0	0
<i>Bacillus sp.</i> 31	4	1	1
<i>Bacillus sp.</i> 71	5	0	0
<i>Bacillus sp.</i> 710	6	0	0
<i>Bacillus sp.</i> 10	7	0	0
<i>Enterobacter sp.</i> 32	1	1	1
<i>Flavobacterium sp.</i> 5	1	0	0
<i>Flavobacterium sp.</i> 6	0	0	0
<i>Flavobacterium sp.</i> 7	0	0	0
<i>Flavobacterium sp.</i> 72	0	0	0
<i>Flavobacterium sp.</i> 77	0	0	0
<i>Flavobacterium sp.</i> 79	0	0	0
<i>Pseudomonas sp.</i> 13	0	0	0

циативных бактерий с растениями риса, и как биоагенты для разработки микробных препаратов против возбудителей болезней и поддержания экологического равновесия.

Литература:

1. Завалин, А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: Изд-во ВНИИА, 2005. — 302 с.
2. Мікробіологічні препарати у землеробстві. Теорія і практика./за ред. Волкогон В.В./Київ: Аграрна наука, 2005. — 312 с.
3. Чеботарь, В. К., Завалин А. А., Кипрушкина Е. Н. Эффективность применения биопрепарата экстрасол. М.: Издательство ВНИИА, 2007.
4. Бухарин, О. В. Ассоциативный симбиоз/О. В. Бухарин, Е. С. Лобакова, Н. В. Немцева, С. В. Черкасов. — Екатеринбург: УрО РАН, 2006. — 264 с.
5. Kuiper, I., Lagendijk E.L., Bloemberg G.V. e. a Rhizoremediation: a beneficial plant microbeinteraction. MPMI, 2004, 17 (1): 6–15. Mantelin S., Touraine B. Plant growth-promoting bacteria and nitrate availability: impacts on.
6. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. В. В. Волкогон, 2010 г., Київ.

## СЕМНОВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ

### Сравнительная характеристика способов определения лузжистости семян подсолнечника

Агафонов Олег Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;  
Зверев Леонид Вячеславович, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник;  
Прудников Сергей Михайлович, доктор технических наук, профессор, зав. отделом;  
Руснак Глеб Витальевич, младший научный сотрудник  
Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта

*В статье приводится характеристика применяемого в настоящее время способа определения лузжистости семян подсолнечника в соответствии с ГОСТ 10855–64 и нового способа, разработанного на основе метода ядерно-магнитной релаксации (ЯМР). Приводятся результаты определения лузжистости по данным методикам, сопоставимость результатов.*

**Ключевые слова:** метод ЯМР, лузжистость, семена подсолнечника, селекция.

### Feature comparison method for determining the husk content of sunflower seeds

Agafonov O. S., Zverev L. V., Prudnikov S. M., Rusnak G. V.,  
Federal state budgetary scientific institution «all-russia research institute of oil crops by v. s. Pustovoit»

*The article presents the characteristics of currently used method for determining the husk content of sunflower seeds in accordance with GOST 10855–64, and a new method, based on a technique developed at the nuclear magnetic relaxation (NMR). The results of determining the husk content using these methods, comparability and reproducibility of results.*

**Keywords:** NMR method, husk content, sunflower seeds, breeding.

В России самой популярной масличной культурой является подсолнечник. Российские селекционеры впервые получили сорта подсолнечника с масличностью 55%, высокоолеиновый сорт, а также крупноплодные (кондитерские) сорта. Чтобы добиться таких результатов, необходим постоянный контроль над показателями семян подсолнечника на всех этапах селекционной деятельности.

Одной из характеристик семян подсолнечника, которую оценивают в процессе селекции, является лузжистость — массовая доля плодовых оболочек в общей массе семян. Показатель лузжистости оказывает влияние на масличность семян, а также на устойчивость семян к поражению вредителями и болезнями.

Применяемый в настоящее время способ определения лузжистости в семенах подсолнечника по ГОСТ 10855–64 «Семена масличные. Методы определения лузжистости», занимает длительное время и носит раз-

рушающий характер. Сопоставимость и точность получаемых результатов зависит от квалификации персонала [1].

С каждым годом все большую актуальность получает проблема по разработке современных экспрессных, точных, экологически чистых и оперативных способов оценки качества сельскохозяйственного сырья. В решении данной проблемы заинтересованы все участники рынка: производители, организации посредники, предприятия занимающиеся переработкой и селекцией.

Во ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта разработан инструментальный способ определения лузжистости семян подсолнечника на основе метода ядерно-магнитной релаксации (ЯМР). Современные физико-химические методы оценки качества и идентификации сельскохозяйственного сырья и продуктов их переработки основывающиеся на методе ЯМР являются эффективными и безопасными.

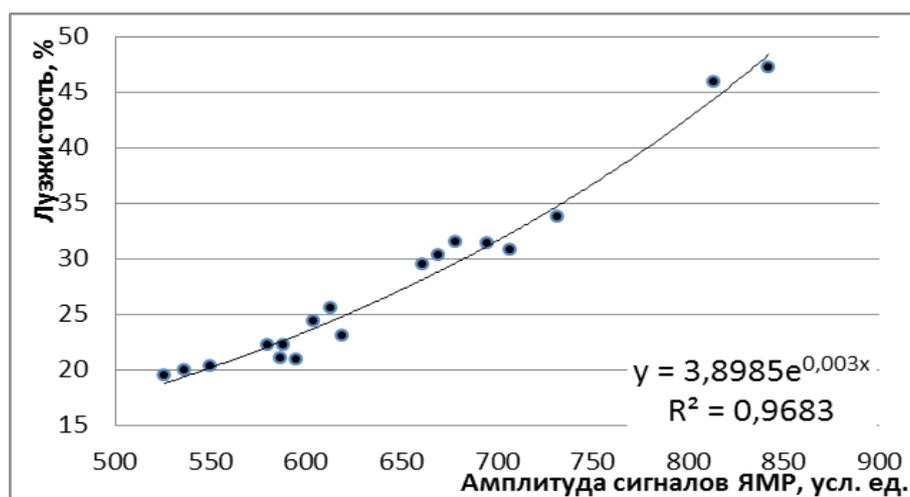


Рис. 1. Зависимость амплитуд сигналов ЯМР протонов одной из компонент твердой фазы и лузжистости семян подсолнечника

Новый способ определения показателя лузжистости семян подсолнечника основан на выявленных корреляционных зависимостях между массовой долей лузги в семенах и сигналах ЯМР протонов одной из компонент твердой фазы семян подсолнечника.

На рисунке 1 приведен график зависимости между лузжистостью и сигналами ЯМР протонов одной из компонент твердой фазы в семенах подсолнечника.

Из данных представленных на рисунке видно, что между амплитудами сигналов ЯМР протонов твердой фазы в семенах подсолнечника и лузжистостью наблюдается экспоненциальная зависимость с высоким коэффициентом корреляции.

В таблице 1 приведены данные сравнительного определения лузжистости семян подсолнечника по стандартной методике (ГОСТ 10855-64) и методом ЯМР.

Из данных представленных в таблице 1, видно, что максимальное отклонение результатов определения лузжистости семян подсолнечника по ГОСТ 10855-64 и методом ЯМР не превышает 1,9%. При этом следует упомянуть тот факт, что на некоторых образцах семян происхождения при определении лузжистости по стандартной методике достигали 1,5% между двумя параллельными измерениями. Такой разброс в результатах анализов объясняется в первую очередь разнокачественностью анализируемых семян подсолнечника.

Таблица 1. Сравнительные результаты определения лузжистости

№ образца	Значение показателя лузжистости, %		Различие значений, %
	ГОСТ 10855-64	Метод ЯМР	
1	47,2	48,8	1,6
2	45,9	44,8	-1,1
3	33,8	35,0	1,2
4	31,5	29,8	-1,7
5	31,4	31,3	-0,1
6	30,8	32,5	1,7
7	30,3	29,1	-1,2
8	29,5	28,3	-1,2
9	25,6	24,5	-1,1
10	24,4	23,8	-0,6
11	23,1	25,0	1,9
12	22,2	22,2	-0,0
13	22,2	22,8	0,6
14	21,0	22,7	1,7
15	21,6	23,2	1,6
16	20,3	20,3	-0,0
17	20,0	19,5	-0,5
18	19,5	18,9	-0,6

Таблица 2. Сравнительная характеристика методик определения лужжистости

Наименование характеристики	Значение характеристики	
	ГОСТ 10855-64	Метод ЯМР
Диапазон измерения лужжистости, %	0÷100	0÷100
Диапазон влажности семян подсолнечника, %	не нормируется	до 20%
Анализируемая проба	10г	25 см <sup>3</sup>
Время проведения анализа, мин	30	2
Влияние человеческого фактора	есть	отсутствует
Повторяемость результатов	не более 1%	не более 0,5%
Возможность определение других показателей	Отсутствует	Возможно одновременное определение масличности, влажности
Характер анализа	разрушающий	не разрушающий

Значения лужжистости определенные методом ЯМР, представленные в таблице 1 — среднее значение из 5 параллельных измерений.

В таблице 2 приведена сравнительная оценка методик определения лужжистости (стандартной по ГОСТ 10855–64 и методом ЯМР).

Как видно из данных, представленных в таблице 2, разработанный способ определения лужжистости обладает рядом неоспоримых преимуществ: экспрессность, не уступает по точности стандартной методике, носит неразрушающий характер, что позволяет использовать проанализированные семена в дальнейшей селекционной работе.

Литература:

1. ГОСТ 10855–64 Семена масличные. Методы определения лужжистости. — Введ. 1964-07-01.-М: Стандартинфо. 2006.—1 с.

## Сравнительная эффективность индукционных питательных сред N-6 и C-17 в культуре пыльников озимого гексаплоидного тритикале (*× triticosecale wittmack*)

Акинина Виктория Николаевна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник;  
Хомякова Олеся Викторовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;  
Поминов Алексей Владимирович, младший научный сотрудник  
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока (г. Саратов)

Проведен сравнительный анализ эффективности индукционных питательных сред N-6 и C-17 в культуре пыльников тритикале *in vitro*. Обнаружена генотип-специфичная реакция пыльников на состав индукционных питательных сред. Выявлен вклад генотипа, состава питательных сред и их взаимодействия на отдельные параметры андрогенеза *in vitro* озимого гексаплоидного тритикале.

**Ключевые слова:** тритикале, культура пыльников, состав питательных сред, гаплоидные растения.

## Comparative effectiveness of the inductive nutrient medium N-6 and C-17 on anther culture of winter hexaploid triticale (*× Triticosecale Wittmack*)

Akinina V. N., Khomyakova O. V., Pominov A. V.

Comparative analyses of the inductive medium N-6 and C-17 effectiveness on triticale anther culture were carried out. The genotype specific reaction of the anther on the medium composition was discovered. The investment of genotype,

*medium composition and their interaction on the several parameters of winter hexaploid triticale androgenesis in vitro was revealed.*

**Keywords:** *triticale, anther culture, medium composition, haploid plants.*

Одним из узких методов традиционной селекции растений является необходимость выращивания большого числа гибридных поколений для получения гомозиготных форм, поиск и отбор среди них элитных растений для будущих сортов. Использование гаплоидов приводит к сокращению сроков селекционного процесса (в среднем на 4–5 лет) и повышает его эффективность. Массовое получение гаплоидных растений стало возможным благодаря развитию различных методов культуры тканей *in vitro*.

Существуют три метода получения гаплоидных растений тритикале: метод селективной элиминации хромосом, культура пыльников и культура изолированных микроспор. Известны лишь единичные факты получения гаплоидных растений тритикале методом селективной элиминации хромосом при использовании в качестве опылителя кукурузы и злаковой травы *Imperata cylindrica* [3, p. 150].

В условиях Поволжья метод селективной элиминации хромосом для получения гаплоидов злаков имеет ряд ограничений, связанных с влиянием высоких температур и сухости воздуха на частоту оплодотворения и формирование дифференцированных зародышей [1, с. 27]. Культура пыльников является одним из методов массового получения гаплоидных растений тритикале [2, с. 69].

Как известно, наиболее распространенными индукционными питательными средами для культивирования пыльников злаков являются N-6 и C-17, различающиеся снижением концентрации нитратного и аммонийного азота в среде C — 17, а также составом витаминов.

Цель исследований — сравнить эффективность двух индукционных питательных сред N-6 и C-17 на различных этапах получения гаплоидных растений в культуре пыльников *in vitro*. Выявить долю влияния генотипа, состава питательных сред и их взаимодействия на отдельные параметры андрогенеза *in vitro*.

Сравнительная эффективность этих питательных сред была изучена на 7 генотипах гексаплоидного тритикале (667 — отборы из F<sub>3</sub>Л.№15 × Корнет; 671 — отборы из F<sub>3</sub>Л.№22 × Кентавр; 672, 673 — отборы из F<sub>3</sub>Л.№1 × Корнет; 675 — отборы из F<sub>3</sub>Л.№22 × АДП-2; 676, 1 — F<sub>7</sub>Водолей × АДП-2; 6 — F<sub>7</sub>Полесский × АДП-2).

В среднем по всем генотипам выход эмбрионных пыльников на питательной среде C-17 и N-6 составил 15,5 и 18,9% соответственно. Обнаружена генотип-специфичная реакция на состав индукционных питательных сред. У трех генотипов (№673, №675, №1) повышенная частота формирования эмбрионных пыльников и новообразований была повышена на питательной среде N-6. В то же время преимущество питательной среды C-17

на этих этапах выявлено для гибридов №671, №672 и линии №6. Наибольшую частоту формирования эмбрионных пыльников (24,3%) имел гибрид №673 на питательной среде N-6. Общая частота формирования новообразований характеризующая эмбриогенную способность каждого пыльника характерна для гибрида №675. Регенерация растений от полученных новообразований составила 1,0–23,0% (в среднем по двум питательным средам 10,1 и 12,4%).

В общей сложности по всем опытам получено 209 зеленых гаплоидных растений, в том числе 141 из гибридных комбинаций ранних поколений и 68 растений из расщепляющихся перспективных семей.

За годы исследований частота альбинизма в культуре пыльников тритикале составила 75,5–86,3%, соотношение зеленых и альбиносных растений равно 1:5.

Двухфакторный дисперсионный анализ позволил выявить различную долю влияния генотипа, состава питательных сред и их взаимодействия на отдельные параметры андрогенеза *in vitro*. Наибольший вклад на показатель индукции «эмбрионных пыльников» и «индукции новообразований» оказал генотип (58,1 и 75,0% соответственно). Доля влияния питательной среды была незначительной (2,1 и 3,2%), но статистически достоверной. Влияние сочетания этих факторов составило 29,2 и 20,1%. Для регенерации растений доля влияния генотипа и взаимодействия генотип × питательная среда была примерно одинаковой (45,5 и 51,7%). Влияние питательной среды было статистически недостоверным. Регенерация зеленых растений обусловлена, главным образом, взаимодействием генотип × питательная среда (69,8%).

Таким образом, проведенные исследования показали, что все изученные генотипы с различной частотой формировали гаплоидные растения в культуре пыльников. В тоже время, их ранжир по разным этапам гаплопродукции — формирование андрогенетических объектов и регенерации растений не совпадал, что свидетельствует о различном генетическом контроле этих показателей андрогенеза *in vitro* у тритикале.

Наши результаты подтверждают установленные ранее факты, что высокий процент альбинизма в культуре пыльников тритикале является одним из наиболее узких мест этой гаплоидной биотехнологии [2, с. 89].

После выведения из условий *in vitro* в условия *in vivo* выжило 186 растений, что составило 89%. Полученные гаплоиды были колхичинированы для удвоения набора хромосом. Эффективность удвоения составила 65,1%. В общей сложности получено 120 ДН (doubled haploid) — линий, которые находятся на различных этапах размножения.

Литература:

1. Дьячук, Т.И. Технологические и селекционные аспекты гаплоидии (на примере пшеницы и ячменя): автореф. дис. ... д-ра. биол. наук — Саратов, 2003. — 50 с.
2. Игнатова, С.А. Клеточные биотехнологии в растениеводстве, генетике и селекции растений: задачи, возможности разработки систем *in vitro*: [монография]. — Одесса: Астропринт, 2011. — 224 с.
3. Pratap, A., Sethi G. S., Chaudhary H. K. Relative efficiency of different Gramineae genera for haploid induction in triticale and triticale x wheat hybrids through the chromosome elimination technique // *Plant Breed.* — 2005. — Vol. 124. — P. 147–153.

## Селекционное изучение озимой пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине расы уг99 в Казахстане

Амангельдыкызы Замзагуль, магистр сельскохозяйственных наук;  
Дутбаев Ерлан Бозанбайулы, начальник отдела;  
Сулейманова Гульнура, докторант;  
Аульбекова Жадыра, ассистент;  
Карбозова Роза Дакетаевна, доцент  
Казахский национальный аграрный университет (Казахстан)

Султанова Надира Жумахановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий сотрудник  
Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений (Казахстан)

Моргунов Алексей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук  
Международный исследовательский центр улучшения пшеницы и кукурузы (СИММИТ, Турция, г. Анкара)

*В статье приведен обоснование и предварительные результаты по селекционному изучению озимой пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине расы уг99 в Казахстане.*

**Ключевые слова:** селекция, озимая пшеница, линия, устойчивость, стеблевая ржавчина.

## Breeding studies of winter wheat for resistance to stem rust race ug99 s in Kazakhstan

Amangeldikyzy Z., Dutbayev Y., Aulbekova Zh., Karbozova R., Suleimanova G., Sultanova N., Morgounov A.

*In the article showed review and first results of breeding of winter wheat nursery for resistance stem rust Ug99 in Kazakhstan*

**Keywords:** breeding, winter wheat, line, resistance, stem rust.

По данным ФАО [1], в мировые потери урожая пшеницы от вредных организмов составили 34%, в том числе от болезней — 12%. В южном и юго-восточном регионе нашей Республики доминирующей культурой в структуре посевов зерновых культур является озимая пшеница. (Койшыбаев, 2002, Яхьяви и др., 2003).

Болезни озимой пшеницы с воздушно-капельной инфекцией (виды ржавчины, желтая пятнистость, септориоз), в южном и юго-восточном Казахстане проявляются ежегодно и в годы своего благоприятного развития могут снижать урожай зерна этой культуры на 40–50% и более [2–4]. По данным М. Койшыбаева с соавторами [2, 3] серьезные потери (20–30% и более) урожая пше-

ницы в южном и юго-восточном Казахстане происходят от желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* West.), желтой пятнистости листьев (*Drechslera tritici repentis* Shoem.) и септориоза (*Septoria tritici* Desm, *Stagonospora nodorum*). Однако, отсутствуют результаты по стеблевой ржавчине в юго-восточном регионе страны.

В настоящее время пристальное внимание селекционеров в мире в последние годы к стеблевой ржавчине пшеницы вызвано озабоченностью в связи с высокой агрессивностью данного патогена. Характерная черта этого вида ржавчины в отличие от бурой заключается в том, что она может практически полностью уничтожить посевы пшеницы. Во времена холодной войны данный патоген рас-

смаивался в качестве биологического оружия. До 2004–2005 гг. борьба со стеблевой ржавчиной приводилась в качестве классического примера эффективной и долговременной генетической защиты растений. Наличие гена *Sr31* (наряду с несколькими другими генами) во многих возделываемых сортах пшеницы обеспечивало защиту пшеницы от болезни последние 30 лет. В 1999 г. в Уганде было отмечено поражение стеблевой ржавчиной генотипов с геном *Sr31*, которые до того времени стеблевой ржавчиной практически не поражались. Данный единичный случай оповестил мир о появлении новой расы стеблевой ржавчины, названной Ug99. Через несколько лет было распространение новой расы в сеющих пшеницу регионах Кении и Эфиопии. В 2005–2006 гг. возделывание пшеницы в этих странах без химической обработки было практически невозможно [5]. В 2006 г. раса Ug99 была обнаружена на пшенице в Йемене и в 2007 г. в Иране, в 2009 г. — в Пакистане и в 2014 году в Египте. В близи находятся Афганистан, Узбекистан, и через Казахстан занос стеблевой расы в Западную Сибирь вполне возможен. Угроза для Казахстана, Западной Сибири, Урала и других регионов России существует. В 2006–2010 гг. более 1 тыс. российских и казахстанских сортов озимой и яровой пшеницы прошли оценку устойчивости в Кении и лишь единичные сорта продемонстрировали устойчивость [6,7].

Целенаправленная работа по анализу расового состава стеблевой ржавчины на озимой пшенице в юго-восточном Казахстане практически не проводится.

Поданным ученых из кафедры микологии и альгологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, в которых в 2002 и 2005 гг. в сравнительный анализ были включены изоляты *Puccinia graminis* f. sp. *Triticis* pers. из Томской области [6]. Исследователи отмечают, что в Томской области в 2002 и 2005 гг. преобладали расы, доминирующие в сезоне среди выборок европейской части страны (МКВТ и MRLT в 2002 г. и ТКНТ, ТКСТ, ТТНТ в 2005 г.). Однако доля «собственных» рас составляла 25% [6].

В настоящее время работает Международная Программа СИММИТ по поиску источников устойчивости к расе стеблевой ржавчины Ug99. Задачей Программы является улучшение гермоплазмы факультативной и озимой пшеницы в Центральной и Западной Азии. Целью программы является развитие факультативной и озимой пшеницы зародышевой плазмы для региона Центральной и Западной Азии. Ежегодно четыре различных международных питомника рассылаются и оцениваются в 120 организациях более чем в 50 странах. Селекция на устойчивость к стеблевой ржавчине является приоритетной задачей наряду с адаптацией и качества зерна. В связи с важностью стеблевой ржавчины расы Ug99, оценка зародышевой плазмы проводилась в Кении с 2008 по 2010, около 2500 образцов, представляющих зародышевую плазму из всех основных стран озимой пшеницы были оценены в Кенийском сельскохозяйственном институте. Было отобрано более 300 образцов с различными степенями устойчивости пшеницы к этой болезни. Далее в Турции устойчивая гермоплазма пшеницы оценивалась в стадии проростков на устойчивость к расе стеблевой ржавчины Ug99, а так же к желтой и бурой ржавчины [7].

Осенью 2014 г. на стационарных опытах Казахского НИИ земледелия и растениеводства совместно с СИММИТ был высеян питомник перспективных образцов СИММИТ из 97 образцов озимой пшеницы. В задачу исследований входит селекционное изучение экспериментального материала современных сортов озимой пшеницы селекции СИММИТа с целью выявления адаптированных для условий юго-восточного Казахстана образцов и выявление эффективных источников устойчивости к этой болезни. Формирование коллекции образцов пшеницы, устойчивой к стеблевой ржавчине адаптированных в юго-восточном Казахстане. Изучение характера наследования признаков устойчивости к болезням в скрещиваниях современных линий пшеницы с коммерческими сортами на основе сравнения первого поколения и родителей.

#### Литература:

1. fao statistical yearbook 2013. world food in agriculture. Rome, 2013. — 289 P.
2. Койшибаев, М. Болезни зерновых культур. Алматы: Бастау, 2002. — 367 с. 23 с.
3. Рсалиев, Ш. С., Койшибаев М. К., Моргунов А. И., Колмер Д. Анализ состава популяций стеблевой и листовой ржавчины пшеницы на территории Казахстана // Материалы международной научно-практической конференции. Алматы: Алейрон, 2005. — с. 267–272.
4. Султанова, Ж. Н. Желтая пятнистость озимой пшеницы и интегрированная защита ее посевоо от комплекса грибных болезней с воздушно-капельной инфекцией: автореф. канд. с. х. наук. — Алматы, 2007. — 25 с.
5. Singh, R. P., Hodson D. P., Huerta-Espino J., Yue Jin, Njau P., Wanyera Ruth, Herrera-Foessel S. A., Ward R. W. Will Stem Rust Destroy the World's Wheat Crop? // *Advances in Agronomy*. — 2008. — Vol. 98. — 310 p.
6. Лекомцева, С. Н., Сколотнева Е. С., Волкова В. Т., Зайцева Л. Г. Оценка разнообразия фенотипов возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* pers. // Вторая Всероссийская конференция. Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам. Санкт-Петербург, 29 сентября — 2 октября 2008. — Санкт-Петербург: Инновационный центр защиты растений, 2008. — с. 63–65.
7. Карабаев, М., Моргунов А., Браун Х. Программа СИММИТа по улучшению пшеницы в Казахстане: вместе в XXI веке // *Агромеридиан*. — 2007. — №2 (6). — с. 9–22.

## Полиморфизм и морфометрическая оценка плодов и семян лагенарии (*Lagenaria siceraria* (Mol) Standl)

Астапчук Ирина Леонидовна, аспирант;

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

Югай Антон Константинович, студент;

Скибина Юлия Сергеевна, студент

Кубанский государственный аграрный университет

*В работе показаны полиморфизм, многофункциональное использование, и морфометрическая оценка плодов и семян генотипов лагенарии, собранных на территории Краснодарского края. Данную методику идентификации можно применить для сортоизучения любых объёмных форм биологических объектов, а также в селекционной практике при выборе исходного материала, обладающего хозяйственно ценными признаками.*

**Ключевые слова:** лагенария, семена, генотип, полиморфизм.

## Polymorphism and morphometric evaluation of fruits and seeds of lagenaria (*Lagenaria siceraria* (Mol) Standl)

Astapchuk I. L., Yugay A. K., Skibina Yu. S.

*The work shows polymorphism, multifunctional use, and morphometric evaluation of fruits and seeds of the gourd genotypes collected at the territory of Krasnodar region. This method of identification can be used for any variety of volumetric forms of biological objects, as well as in the selection practice when selecting source material with economically valuable traits.*

**Key words:** lagenaria, seeds, genotype, polymorphism

Лагенария (индийский огурец, тыква — горлянка, бутылочная, или посудная тыква) (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl.) — однолетняя ползучая лиана семейства тыквенных, с крупными листьями и мощной корневой системой, выращивается во всех тропических регионах мира в основном в Африке, Центральной Америке, Китае, Эфиопии, Индии, Японии, Шри-Ланке и Таиланде [5, с 279].

Плод — тыква, как и у других представителей семейства тыквенные. Встречаются плоды вытянутой, круглой, грушевидной, бутылковидной и многих других форм. Ее употребление в пищу предупреждает склероз, ожирение, улучшает обмен веществ, лечит желудочно-кишечный тракт, усиливает иммунитет, выводит радионуклиды, соли, снижает давление, помогает при заболевании почек [3 с 5].

При созревании плодов мякоть постепенно высыхает, а оболочка, состоящая из деревянистых элементов и содержащая каменные клетки, становится прочной и водонепроницаемой. Благодаря последним свойствам зрелый плод используется населением Африки, Южной и Средней Азии, Латинской Америки и тихоокеанских островов для изготовления курительных трубок, посуды, музыкальных инструментов и игрушек. Семена используют в качестве материала для изготовления бус, сережек арт-декора посуды, жилища и др [1 с 90]. Это имеет практическое значение в использовании природных материалов и экологизации моды в 21 веке.

Существует значительный интерес к семенам бутылочной тыквы т. к. они являются ценным и перспективным источником целого комплекса биологически активных веществ, в них содержатся: сахар, минеральные соли, витамины группы В, Е, аскорбиновая и никотиновая кислоты, каротин, получаемые при выработке масла тыквы [3 с 5–7].

Внешняя форма зависит от определенного набора генов. Известно, что любая биологическая популяция имеет ряд отличительных признаков, позволяющих выделить её среди других популяций, соответственно за данные характерные признаки отвечает группа не меняющихся генов, составляющих в некоторых случаях до 80% от числа генов данной популяции [2 с. 2]. Данная работа показывает морфометрическую оценку плодов и семян 50 генотипов бутылочной тыквы, собранных на территории Краснодарского края в период с 2012–2014 гг., а именно, основные морфометрические параметры. Для идентификации плодов мы использовали методику Kevin K. Koffi (2013) [4 с. 2–3]. Проведенный анализ позволил изучить собранные генотипы лагенарии, которые мы разделили на группы по типам плодов (Рисунок 1)

Для идентификации семян мы использовали методику Chimonyo V. G. P., Modi A. T. (2013) [3 с 3–5], которые выделили как морфологические характеристики, так и идентификационные параметры (цвет, форма семян и др.), ко-

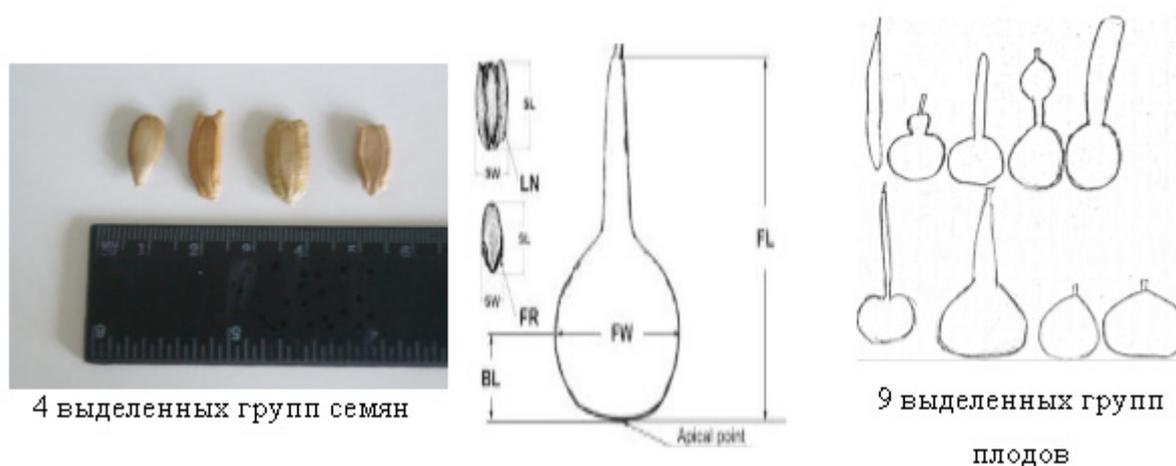


Рис. 1. Выделенные группы плодов и семян

которые свидетельствуют о большом полиморфизме семян этой культуры. (Рисунок 1)

Анализ морфометрических признаков плодов лагенирии показал, что изученные генотипы имеют широкий спектр отличий не только по типам плодов, но и по морфометрическим параметрам в пределах одного типа плода. Так длина плодов варьирует от 7,5 см. до 130 см; Ширина от 8,0 см. до 40,0 см. Количество семян с плода варьирует от 51 до 725 шт. Толщина коры варьирует в пределах 0,2–1,2 см., масса плодов варьирует в пределах 90–350 гр.

Морфологическая оценка плодов и семян показала широкий полиморфизм изучаемой культуры. Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие предположения: по морфометрическим параметрам можно судить о сходствах и различиях плодов и семян представленных генотипов; дальнейшее изучение поможет более полно изучить генетическую близость данных форм, а также зависимость строения плодов и семян. Изучаемая культура представляет большой интерес с практической и теоретической точки зрения, поэтому работа в данном направлении будет продолжена.

#### Литература:

1. Астапчук, И. Л., Цаценко Л. В. Полиморфизм семян образцов лагенирии и их многофункциональное использование. Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы. Всерос. науч.-практ. конф. Молодых ученых (26–28 ноября 2013 г. и 2–4 декабря 2014 г.). — Краснодар: КубГАУ, 2014. — 768 с.
2. Н. Н. Дайос, А. А. Аникьев; Корреляции между метрическими индексами семян и их биофизическими характеристиками. Вестник МичГАУ, №2, 2006
3. Chimonyo, V. G. P., Modi A. T. Seed performance of selected bottle gourd (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.) // American Journal of experimental agriculture, 2013. V. 3 (4). P. 740–766.
4. Kévin, K. Koffi, Guy K. Anzara, Marie Malice, Yao Djè, Pierre Bertin, Jean-Pierre Baudoin & Irié A. Zoro Bi, Morphological and allozyme variation in a collection of *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl. from Côte d'Ivoire. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement. 1370–6233 1780–4507
5. Pradhan, R. C., Said P. P., Singh Physical properties of bottle gourd seeds, Department of Farm Engineering, Institute of Agricultural Sciences, Banaras Hindu University, Varanasi — 221005, India

## Использование молекулярных маркеров в селекции ореха грецкого

Балапанов Ильнур Маликович, младший научный сотрудник

Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства

*Использование исключительно морфологических данных в селекции и управлении генетическими ресурсами ореха грецкого существенно сужает возможности селекционеров. На сегодняшний день активно развиваются методы молекулярной биологии, существенным образом дополняющие возможности классических подходов в селекции. В статье приведен обзор методов молекулярной биологии в рамках изучения ореха грецкого.*

**Ключевые слова:** орех грецкий, ДНК-маркеры, генетический полиморфизм.

## Using molecular markers in Persian walnut breeding

Balapanov I. M.

*Using morphological data in breeding and genetic resources only significantly reduces breeders possibilities. To date, actively developing methods of molecular biology, an essential complement to the possibility of classical methods in breeding. The article consist review of molecular biology methods in walnut studying.*

**Keywords:** Persian walnut, DNA-markers, genetic polymorphism.

### Введение

Орех грецкий — широко распространенная культура, имеющая большое хозяйственное значение. Страны с развитым производством ореха грецкого (США, Китай, Иран, Турция, Индия, Франция, Испания и др.) ведут селекционные программы, с целью получения новых высокоурожайных сортов адаптированных к местным условиям. Как известно, чрезвычайно важным моментом любой селекционной программы является наличие генресурсов с высокой степенью генетического разнообразия [1]. Одним из ключевых аспектов эффективного использования и менеджмента генплазмы является возможность точной идентификации генотипов для исключения разнообразных разночтений (синонимы, омонимы сортов), а также для защиты авторских прав.

Традиционные методы апробации основаны на сравнительном анализе морфологических показателей. Однако, внешние признаки подвержены влиянию окружающей среды, что в купе с длительным ювенильным периодом ореха грецкого (до 12 лет), вызывает существенные затруднения в использовании только лишь классических методов апробации.

Таким образом, помимо классических методов апробации ореха грецкого необходим подход, дающий возможность нивелировать влияние окружающей среды на результаты, и проводить идентификацию генотипа не дожидаясь вступления в плодоношение. С развитием методов молекулярной биологии и появлением различных видов молекулярных маркеров данный подход был найден.

### Молекулярные маркеры в селекции ореха грецкого

В ходе совершенствования методов молекулярной биологии на орехе грецком и орехе черном были апробированы различные типы молекулярных маркеров. Одним из первых методов молекулярной биологии применявшимся в исследовании ореха грецкого был полиморфизм длин рестрицированных фрагментов (ПДРФ). Данная методика информативна, нежели анализ морфологических признаков, но одновременно более затратна, а также требует использования радиоактивно меченных проб. Существенным рывком вперед стало широкое распространение методов использующих полимеразную цепную реакцию. Такие методы гораздо проще в применении, дешевле и не требуют работы с радиоактивными материалами. В период накопления информации, когда секвенирование генома было проведено только для весьма ограниченного количества объектов, стал популярен анализ полиморфизма случайно амплифицированных фрагментов (RAPD). Данный метод не требует предварительного секвенирования объекта исследования, но воспроизводимость и информативность при его использовании достаточно низкие [2]. Более точным и информативным показал себя метод исследования инвертированных повторов (ISSR). Однако, несмотря на некоторые преимущества перед методом RAPD, анализ ISSR не имел коренных отличий от него. Орех грецкий послужил объектом исследования с применением анализа длин амплифицированных фрагментов (AFLP). Данный метод представляет собой синтез ПДРФ и ПЦР, то есть сначала геномная ДНК рестрицируется при помощи ферментов, а далее рестрицированные фрагменты амплифицируются, и анализируются с предва-

рительным селективированием. Данный метод довольно информативен, однако сравнительно трудозатратен.

Пожалуй, самое широкое распространение среди ДНК-маркеров, получили микросателлитные или SSR-маркеры (simple sequence repeats). В отличие от RAPD и ISSR, микросателлиты обладают кодоминантным наследованием. Их полиморфизм достаточно высок для выявления различий на внутривидовом уровне. Кроме того, существенным плюсом данных маркеров является низкая стоимость и легкость идентификации. Для использования микросателлитных маркеров требуется предварительное секвенирование. На сегодняшний день исследователи ореха грецкого (*Juglans regia*) успешно пользуются идентифицированными микросателлитными последовательностями ореха черного (*Juglans nigra*). Более дорогим, но весьма информативным методом является изучение однонуклеотидного полиморфизма, то есть точечных мутаций (SNP). На сегодняшний день ведется работа по картированию ряда признаков ореха грецкого с помощью данной методики. С этой целью создана картирующая популяция включающая гибриды F1 от сортов Chandler и Idaho, кон-

трастных по многим признакам. Эта популяция была проанализирована по более 6000 точек генома [3]. По завершении картирования генома ореха грецкого станет возможным полномасштабное применение маркерной помощи селекции, что позволит существенным образом повысить эффективность селекционного процесса.

### Заключение

Использование молекулярных маркеров позволяет проводить точную идентификацию генотипов ореха грецкого на любом этапе онтогенеза, что существенно расширяет возможности по защите авторских прав и эффективному управлению генетическими ресурсами, в сравнении с использованием только лишь классических методов апробации. Кроме того, изучение полиморфизма ДНК-маркеров вносит существенный вклад в разрешение вопросов связанных с филогенией и систематикой рода *Juglans*. По завершении картирования признаков ореха грецкого, откроются широкие возможности по оптимизации селекционного процесса.

### Литература:

1. Балапанов, И. М. Биологические аспекты в селекции ореха грецкого // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2014. - № 101. с. 828—842.
2. Ruiz, G. L., Identification of a walnut (*Juglans regia* L.) germplasm collection and evaluation of their genetic variability by microsatellite markers / G. L. Ruiz, O. G. Lopez, A. F. Denia, D. F. Tomas. // Spanish J. Agric. Res. 2011. Vol. 1, № 9. P. 179—192.
3. Dvorak, J. Walnut genome analysis / J. Dvorak, M.-C. Luo, M. Aradhya // California Walnut Board. 2011, Vol. 1 № 8. P. 47—55.

## Влияние хлоридного типа засоления на фотосинтетические показатели генотипов риса

Батаева Дарига Сериковна, студент;  
Дюскалиева Гулжамал Уналбаевна, доктор биологических наук, профессор;  
Усенбеков Бакдаулет Наубаевич, кандидат биологических наук  
Казахский государственный женский педагогический университет (Казахстан)

*Исследована содержание фотосинтетических пигментов у сортов риса возделываемых в Казахстане и коллекционных образцов для использования в селекции солеустойчивых сортов. Показано, что повышенное содержание фотосинтетических пигментов в листьях риса способствует адаптации растений к действию неблагоприятных факторов среды.*

**Ключевые слова:** хлоридное засоление; фотосинтетические пигменты; солеустойчивость.

## Influence of chloride salinity on photosynthetic indicators rice genotypes

D. S. Batayeva, G. U. Dyuskaliev, B. N. Ussenbekov

*The content of photosynthetic pigments in rice varieties cultivated in Kazakhstan and collection samples for use in breeding salt-tolerant varieties. It is shown that an increased content of photosynthetic pigments in leaves of rice plants contributes to adaptation to adverse environmental factors.*

**Keywords:** chloride salinization; photosynthetic pigments; salt tolerance.

Устойчивость растений к засолению имеет большое практическое значение при выращивании сельскохозяйственных культур на засоленных почвах. Основным рисосеющим районом является Кызылординская область. Последние годы наблюдается ухудшение мелиоративного состояния почв под затоплением. На большей части орошаемых территорий Кызылординской области минерализация грунтовых вод достигает 5–10 г/л. Сильные засоленные земли Кызылординской рисовой системы 30% от орошаемой площади, остальные земли среднее и слабозасоленные. При этом по химическому составу преобладает сульфатно-хлоридно-натриевый тип засоления, который является особо токсичным для сельскохозяйственных культур [1, с. 23]. Важнейшим процессом, определяющим уровень энергетических ресурсов и метаболитов, необходимых для роста и поддержания структур в растительной клетке, является фотосинтез. В литературе имеются данные, касающиеся влияния факторов среды на различные стороны фотосинтеза [2, с. 320; 3, с. 235].

В связи с этим, цель данной работы изучить содержание фотосинтетических пигментов у сортов риса возделываемых в Казахстане и коллекционных образцов для использования в селекции солеустойчивых сортов. В работе изучено влияние хлоридного типа засоления на содержание пигментов в 14-дневных проростков риса у отечественных, зарубежных сортов и коллекционных образцов, F<sub>2</sub> гибридов на ранних этапах онтогенеза. Опытные образцы проращивали в 0,75% солевых растворах NaCl, контрольные — в дистиллированной воде. Концентрацию

пигментов в вытяжке рассчитывали по формуле Lichtenhaler (1987) для определения хлорофиллов и каротиноидов. Экстракция проводилась в 90% этаноле.

В условиях засоления у всех сортов риса в фазе прорастания повышается содержание групп хлорофилла *a* и *b* в 1,2–1,5 раза [4, с. 24]. В исследованиях А.А. Мухамедова с соавторами [5, с. 45] на листьях хлопчатника показано увеличение содержания как хлорофилла «а», так и «b» в начальные периоды роста проростков. Повышение содержания хлорофилла в условиях засоления может быть связано с накоплением продуктов окисления углеводов — органических кислот цикла Кребса, продуктов гидролиза белков (глицин, пролин и др.), необходимых для синтеза этих пигментов. Благоприятным условием является также образование натриевых комплексов кадаверина и путресцина, которые могут активировать биосинтез хлорофилла. Среди испытанных сортов выявлены более чувствительные и толерантные формы (таблица 1).

Как видно из таблицы, у большинства генотипов наблюдается повышения соотношения хлорофилла *a/b*, тогда как эта закономерность не сохраняется для каротиноидов. Повышенное содержание пигментов наблюдается только у «настоящих» солеустойчивых сортов по агрономической характеристике российского солеустойчивого сорта «Фишт» и коллекционных образцов из ИРПИ (FL748 HB9093, BINAdhan8HB9106, BRRIdhan47HB9114), где явно присутствует ген Saltol. Среди гибридов солеустойчивыми по повышенному содержанию пигментов являлись F<sub>2</sub>♀Маржан × ♂Курчанка и F<sub>2</sub>♀Ханкайский429 ×

Таблица 1. Влияние хлоридного засоления содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях генотипов риса

Генотипы	Контроль Chl a/b	Засоление Chl a/b	В % от кон- троля	Контроль Car	Засоление Car	В % от кон- троля
Маржан	2,623±0,013	2,565±0,006	97 (-3)	0,302±0,001	0,165±0,001	54 (-46)
Курчанка	2,545±0,019	2,587±0,026	101 (+1)	0,221±0,001	0,142±0,001	64 (-36)
Соната	2,482±0,008	2,456±0,038	99 (-1)	0,215±0,001	0,155±0,001	72 (-28)
Лиман	2,311±0,035	2,404±0,038	104 (+4)	0,175±0,002	0,158±0,001	90 (-10)
Кубань3	2,497±0,030	2,432±0,022	97 (-3)	0,251±0,001	0,190±0,001	75 (-25)
Кол. обр 34–09	2,503±0,021	2,432±0,022	97 (-3)	0,188±0,001	0,190±0,002	101 (+1)
Ханкайский429	2,562±0,015	2,909±0,025	113 (+13)	0,381±0,001	0,158±0,001	41 (-59)
Дарий 23	2,622±0,010	2,696±0,031	103 (+3)	0,347±0,001	0,237±0,001	68 (-32)
Кол. обр 49–09	2,442±0,285	2,555±0,051	104 (+4)	0,277±0,023	0,176±0,002	63 (-37)
Баканасский	2,706±0,017	2,829±0,024	104 (+4)	0,378±0,000	0,232±0,001	61 (-39)
Аналог 2	2,445±0,021	2,501±0,037	102 (+2)	0,173±0,001	0,131±0,001	75 (-25)
Кол. обр. 4–09	2,626±0,025	2,868±0,044	109 (+9)	0,426±0,002	0,282±0,002	66 (-34)
Регул	2,632±0,041	2,699±0,024	102 (+2)	0,190±0,002	0,202±0,001	106 (+6)
Янтарь	2,789±0,036	2,777±0,014	99 (-1)	0,267±0,002	0,208±0,001	78 (-22)
Славянец	2,680±0,051	2,721±0,028	101 (+1)	0,244±0,002	0,204±0,001	83 (-17)
Атлант	2,577±0,002	2,563±0,031	99 (-1)	0,224±0,001	0,199±0,002	88 (-12)
ВНИИР10173	2,799±0,020	2,838±0,042	101 (+1)	0,329±0,001	0,191±0,001	58 (-42)
Мадина	2,646±0,034	2,879±0,003	108 (+8)	0,213±0,001	0,211±0,001	99 (-1)
Акдала	2,596±0,133	2,598±0,013	100 (0)	0,301±0,004	0,265±0,001	88 (-12)
Фишт	2,029±0,018	2,396±0,031	118 (+18)	0,108±0,001	0,153±0,001	146 (+46)
Серпантин	2,219±0,015	2,621±0,023	118 (+18)	0,275±0,001	0,208±0,001	75 (-25)
Рапан	2,709±0,016	2,633±0,054	97 (-3)	0,234±0,073	0,156±0,002	66 (-34)
FL748 HB9093	2,645±0,036	2,706±0,042	102 (+2)	0,343±0,002	0,294±0,002	86 (-14)
VINAdhan8HB9106	2,625±0,015	2,646±0,057	101 (+1)	0,191±0,001	0,195±0,001	102 (+2)
BRRIdhan47HB9114	2,456±0,015	2,627±0,038	107 (+7)	0,159±0,001	0,174±0,001	109 (+9)
F <sub>2</sub> ♀ Маржан × ♂ Курчанка	2,414±0,019	2,563±0,043	106 (+6)	0,181±0,001	0,186±0,001	102 (+2)
F <sub>2</sub> ♀ Регул × ♂ Курчанка	2,487±0,018	2,294±0,015	92 (-8)	0,198±0,00	0,082±0,001	41 (-59)
F <sub>2</sub> ♀ Соната × ♂ Лиман	2,634±0,034	2,505±0,061	95 (-5)	0,226±0,001	0,122±0,003	54 (-46)
F <sub>2</sub> ♀ Кубань3 × ♂ Кол. обр. 34–09	2,714±0,009	2,755±0,010	101 (+1)	0,318±0,001	0,252±0,001	79 (-21)
F <sub>2</sub> ♀ Ханкайский429 × ♂ Курчанка	2,357±0,032	2,150±0,041	91 (-9)	0,190±0,001	0,093±0,001	49 (-51)
F <sub>2</sub> ♀ Дарий23 × ♂ Аналог2	3,403±1,155	2,671±0,035	78 (-22)	0,195±0,023	0,170±0,001	87 (-13)
F <sub>2</sub> ♀ Дарий23 × ♂ Кол. обр. 49–09	2,176±0,024	2,200±0,019	101 (+1)	0,167±0,001	0,106±0,001	63 (-37)
F <sub>2</sub> ♀ Баканский × ♂ Аналог2	2,680±0,024	2,582±0,043	96 (-4)	0,219±0,001	0,134±0,001	61 (-39)
F <sub>2</sub> ♀ Ханкайский429 × ♂ Кол. обр. 4–09	2,327±0,042	2,345±0,022	100 (0)	0,165±0,001	0,200±0,001	121 (+21)

♂ Кол. обр. 4–09, из которых можно отбирать перспективный солеустойчивый исходный материал.

В результате исследований 34 различных генотипов риса нами выявлены солетолерантные формы, которые

могут быть выращены в засоленных почвах, а также они могут быть использованы как исходной материал для получения более устойчивых форм риса.

Литература:

1. Елешев, Р.Е. Состояние и приоритеты почвенно-агрохимических исследований в рисоводстве Казахстана // Матер. междунар. научно-прак. конф. «Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья». — Кызылорда: «Ақмешіт Баспа үйі», 2012. — с. 23.
2. Годнев, Т.Н. Хлорофилл, его строение и образование в растении. Минск: Наука и техника. — 1963.-с. 320
3. Тарчевский, И.А., Заботин А.И. Влияние температуры на фотосинтетический метаболизм углерода // Физиология растений. — 1964. — Т. 2 (вып. 2). — с. 232–239.
4. Тур, Н.С. Фотосинтетическая продуктивность сортов риса в условиях засоления/Н.С. Тур, Г.П. Колесников, А.Г. Брус // Бюл. НТИ ВНИИ риса. 1980. — Вып. 28. — с. 20–25

5. Мухамедов, А. А., Сафаров К. С., Касымов А. К. Влияние засоления на фотосинтетическую активность хлоропластов хлопчатника // Физиологические и биохимические основы солеустойчивости растений: тезисы докладов IV Всесоюзного симпозиума, Ташкент, 17–19 сентября 1986 г. — Ташкент: Фан, 1986. — с. 45.

## Генетические основы селекции гибридов подсолнечника с маслом специального назначения

Борисенко Оксана Михайловна, кандидат биологических наук;

Чебанова Юлия Владимировна, аспирант

Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта

*В работе приведены данные биохимической характеристики масла гибрида Окси. Выполнена оценка устойчивости масла к окислению с помощью Ранцемат-теста. Подсолнечное масло с высоким содержанием олеиновой кислоты,  $\gamma$ - и  $\delta$ -токоферолов обладает повышенной оксидостабильностью по сравнению с традиционным маслом.*

**Ключевые слова:** подсолнечник, гибрид, олеиновая кислота, токоферолы, оксидостабильность.

## Genetic basis of breeding sunflower hybrids with oil of special purpose

Borisenko O. M., Chebanova Yu. V.

*The article presents data on the biochemical characteristics of the hybrid Oxy oil. The evaluation of the stability of oil oxidation via Rantsemat test. Sunflower oil is high in oleic acid,  $\gamma$ - and  $\delta$ -tocopherols showed increased oxidative stability of oil as compared with the conventional oil.*

**Keywords:** sunflower, hybrid, oleic acid, tocopherols, oxidative stability

Масло традиционного подсолнечника содержит четыре основные жирные кислоты — пальмитиновую (6%), стеариновую (4%), олеиновую (30%) и линолеовую (60%). В токоферольном комплексе преобладает содержание (около 96%)  $\alpha$ -формы, незначительное количество (около 4% в сумме)  $\beta$ - и  $\gamma$ -изомеров и следовое количество  $\delta$ -гомолога [5]. Общее содержание токоферолов в семенах подсолнечника достигает 300, а в масле — 700 мкг/г [4]. Одним из существенных недостатков такого масла является его высокая окислительная способность при хранении и нагревании. В результате масло прогоркает: в нем образуются низкомолекулярные летучие ароматические соединения, альдегиды, кетоны и перекиси, которые взаимодействуют с протеинами, мембранами клетки и ферментами, воздействуют на жизненные функции организма человека, способствуя его старению и развитию многих заболеваний [2]. Особенно неблагоприятны длительное нагревание масла и его многократное использование для приготовления пищи, которые приводят к накоплению канцерогенных продуктов окисления и сополимеризации, провоцирующих опухоли желудочно-кишечного тракта. [1]. В последнее время олеиновая кислота привлекла внимание диетологов с точки зрения ряда преимуществ высоко мононенасыщенных масел. Эти преимущества связаны

с отсутствием характерного для насыщенных кислот атерогенного эффекта и с повышенной оксидостабильностью высокоолеинового масла по отношению к полиненасыщенным маслам. [10].

В биохимической коллекции подсолнечника лаборатории генетики ВНИИМК существуют линии, обладающие измененными составами жирных кислот и токоферолов. В ней представлены мутантные образцы с высоким содержанием олеиновой кислоты в масле (ген *O1*) — 84–92%. Мутация высокоолеиновости подсолнечника впервые в мире получена в 1976 г. во ВНИИМК при использовании химического мутагена [7]. Токоферольный профиль в подсолнечном масле изменяют две спонтанные мутации — *tph1*, приводящая к накоплению около 50%  $\alpha$ - и 50%  $\beta$ -токоферола [6] и *tph2*, определяющая преобладание содержания  $\gamma$ -формы [9]. Объединение двух мутаций в генотипе приводит к появлению необычного для подсолнечника  $\delta$ -токоферола [8]. В ряду  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -форм происходит увеличение антиоксидательной активности 1: 1,3: 1,8: 2,7 [3]. Растительные масла, имеющие измененные жирно-кислотный и токоферольный профили, обычно относятся к группе специальных масел, используемых в отдельных сферах промышленности: фритюр и консервация, жировая основа лекарственных препаратов, биодизель.

Таблица 1. Селекционно-генетическая характеристика гибрида подсолнечника Окси

	Темп (к)	Окси
Вегетационный период, дни	94	94
Урожайность семян, т/га	3,3	3,1
Масличность семян, %	51,8	47,8
Сбор масла, т/га	1,5	1,3
Генотип	olol Tph1Tph1 Tph2Tph2	OlOl tph1tph1 tph2tph2
Тип масла	линолевый, альфа-токоферольный	высокоолеиновый, гамма- и дельта-токоферольный

Таблица 2. Биохимическая характеристика масел гибридов подсолнечника

Гибрид	Состав жирных кислот, %				Состав токоферолов, %			
	C16:0 <sup>1</sup>	C18:0	C18:1	C18:2	α	β	γ	δ
Темп	5,2	3,5	31,2	60,1	100	-	-	-
Окси	4,3	3,9	86,1	5,7	7	6	54	33

Примечание: <sup>1</sup> C16:0 — пальмитиновая, C18:0 — стеариновая, C18:1 — олеиновая, C18:2 — линолевая кислоты

Целью работы было изучение масла семян гибридов подсолнечника, обладающих измененными жирно-кислотным и токоферольным составами.

**Материал и методы.** На центральной экспериментальной базе (ЦЭБ) ВНИИМК выращивали гибрид Окси, полученный от скрещивания двух инбредных линий ВК876 и ВК195, обладающих высоким содержанием олеиновой кислоты в масле (около 90%), γ- и δ-формами токоферолов. В качестве стандарта служил обычный линолевый и -токоферольный гибрид Темп. Каждый из гибридов размещался под групповым сетчатым изолятором для получения генетически чистых семян. Масло получали прямым прессованием на лабораторном маслопрессе МП — 9 при температурном режиме 48–53°C, с последующей очисткой на центрифуге К70 в течение 40 минут при 3000 об/мин. Определение состава жирных кислот в масле проводили в виде их метиловых эфиров с помощью газожидкостного хроматографа Хром5. Состав токоферолов определяли тонкослойной хроматографией с окрашиванием по методу Эммери-Энгелю. Окислительную стабильность масел оценивали на приборе Rancimat 743 при 120°C. Оценочный алгоритм программы автоматически определяет точку перегиба кривой и индукционный период.

Селекционно-генетическая характеристика гибридов подсолнечника представлена в таблице 1. Очевидно, что гибрид Окси сопоставим по периоду вегитации с ги-

бридом Темп и незначительно уступает ему по урожайности и масличности.

Биохимическая характеристика масел двух изучаемых гибридов представлена в таблице 2. Гибрид Окси отличается как по жирно-кислотному, так и по токоферольному составу. Так, разница по содержанию мононенасыщенной олеиновой кислоты составляет около 55%, а токоферолы на 87% представлены формами, которые у обычных гибридов содержатся в следовых количествах.

Изучение оксистабильности показало, что индукционный период масла гибрида Окси составляет 44,3 ч., а у гибрида Темп — 3,1 ч. В результате данное масло оказалось устойчивее традиционного в 14,3 раза. Такой эффект достигается путем одновременного присутствия олеиновой кислоты, а также γ- и δ-токоферолов в больших концентрациях.

**Выводы.** Подсолнечное масло с высоким содержанием олеиновой кислоты, γ- и δ-токоферолов обладает повышенной оксистабильностью по сравнению с традиционным маслом. Его целесообразно использовать в отраслях промышленности с повышенными требованиями в отношении устойчивости к окислению — стратегические пищевые запасы, консервирование, фритюр, липидная основа препаратов в медицине, биодизель. Такое подсолнечное масло будет превосходить по оксистабильности стандартный аналог — оливковое масло за счет более высокого содержания олеиновой кислоты и уровня антиоксидантной токоферольной защиты.

Литература:

1. Вышеславова, М. Я. О канцерогенном действии перегретых жиров/М. Я. Вышеславова // Вопросы питания. — 1968. — №3. — с. 63–68.
2. Григорьева, В. Н. Теоретические и практические аспекты окисления растительных масел/В. Н. Горелова, А. Н. Лисицын, Т. Б. Алымова // Масложировая промышленность. — 2003. — №4. — с. 16–20.

3. Надилов, Н.К. Токоферолы и их использование в медицине и сельском хозяйстве/Н.К. Надилов // — М.: Наука, 1991. — 336 с.
4. Попов, П. С. Генетика признаков качества масла/П. С. Попов, Я. Н. Демурин // Биология, селекция и возделывание подсолнечника, под ред. В. М. Пенчукова. М.: Агропромиздат. — 1991. — с. 57–61
5. Попов, П. С. Соединения, сопутствующие жиру и белку в семенах подсолнечника и других масличных культур/П. С. Попов, Н. С. Осик // Вопросы биохимии масличных культур в связи с задачами селекции/Сб. науч. работ. — Краснодар. — 1981. — с. 43–59.
6. Попов, П. С. Генетический анализ состава токоферолов и жирных кислот в семенах подсолнечника/П. С. Попов, А. Б. Дьяков, А. А. Бородулина, [и др.] // Генетика. — 1988. — Т. XXIV. — №3 — с. 518–527.
7. Солдатов, К. И. Высокоолеиновый сорт подсолнечника Первенец/К. И. Солдатов, Л. К. Воскобойник, Л. Н. Харченко // Бюл. НТИ по масличным культурам. — Краснодар. — 1976. — Вып. 3. — с. 3–7.
8. Demurin, Ya. Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seeds as a basis of breeding for improved oil quality/Ya. Demurin, Dr. Skoric, Dj. Karlovic // Plant Breeding. — 1996. — V. 115. — P. 33–36.
9. Demurin, Ya. N. Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seeds/Ya. N. Demurin // Helia — 1993. — V. 16. — № 18. — 59–62 с.
10. Grundy, S. M. Comparison of monounsaturated fatty acid and carbohydrates for lowering plasma cholesterol/S. M. Grundy // National England Journal Medicine. — 1986. — Vol. 314. — P. 745–748.

## Источники устойчивости ячменя к возбудителю карликовой ржавчины

Данилова Анастасия Валерьевна, младший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

На искусственном инфекционном фоне возбудителя карликовой ржавчины изучено 164 сортообразца ячменя из мировой коллекции ВНИИР им. Н. И. Вавилова, КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко, КубГАУ. Отобрано 9 устойчивых сортообразца, которые предложены для использования в селекции.

**Ключевые слова:** озимый ячмень, карликовая ржавчина, источники устойчивости

## Sources of resistance to the barley leaf rust pathogen

Danilova A., Volkova G.

All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, Krasnodar, Russian Federation

On artificial infectious background for three years have been tested 164 variety patterns of winter barley from the world collection of the N.I. Vavilov Institute of Plant Industry, P.P. Lukyanenko Research Institute of Agriculture and Kuban State Agrarian University. The aim was to determine steadiness of the varieties to barley leaf rust pathogen. Nine varieties of winter barley were found and offered for use in breeding.

**Key words:** winter barley, barley leaf rust, sources of resistance

Ячмень является одной из древнейших культур и принадлежит к числу наиболее распространенных растений на земле. Площадь под посевами ячменя в мировом земледелии составляет около 80 млн. га, что является четвертым местом после пшеницы, риса и кукурузы [1]. Из мирового производства зерна ячменя 43–48% идет на промышленную переработку, 36% — на кормовые и 16% — на пищевые цели [2].

В хозяйствах Северного Кавказа возделывается большое количество отечественных сортов с различной фитопатологической характеристикой. Величина и качество урожая находятся под постоянной угрозой не только из-за погодных условий, оказывающих стрессовое воздействие на рас-

тения. Серьезную опасность представляют патогенные грибы, среди которых немаловажную роль играет карликовая ржавчина (возбудитель — *Puccinia hordei* Otth.).

Уменьшить потери от заболевания можно путем расширения генетического разнообразия растений с помощью подбора надежных источников устойчивости к возбудителю болезни.

Целью исследований была оценка коллекционных образцов озимого ячменя на устойчивость к возбудителю карликовой ржавчины, а также поиск источников устойчивости к заболеванию.

Во Всероссийском НИИ биологической защиты растений на искусственном инфекционном фоне в период

с 2011 по 2014 гг. было изучено 164 образца ячменя из мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова, селекции Краснодарского НИИСХ им. Лукьяненко и КубГАУ (г. Краснодар) на устойчивость к возбудителю карликовой ржавчины.

Коллекционные сортообразцы высевали на инфекционных участках по три погонных метра каждый. Для инокуляции растений возбудителем карликовой ржавчины использовали смесь урединиоспор с тальком в соотношении 1:100 при нагрузке 10 мг спор/м<sup>2</sup>. Инокуляцию

проводили весной при температуре 10–15°C в вечернее время под возможную росу или после дождя в фазу начала выхода в трубку. Пораженность сортообразцов учитывали в период молочно-восковой спелости зерна по типу реакции и степени поражения [3].

В ходе проведения исследований было отобрано 9 образцов (20% от числа изученных), проявивших устойчивую реакцию на заражение патогеном (тип реакции 0, 1, 2 балла, степень поражения до 5%), которые представляют интерес для селекционной практики (таблица 1).

Таблица 1. Источники устойчивости к возбудителю карликовой ржавчины ячменя, искусственный инфекционный фон, ВНИИБЗР, (2012–2014 гг.)

Название	Происхождение	Разновидность
524/34 (к. 31081)	Украина	Pallidum
Carola (к. 30865), Cartel, Ladnesse, Ludmilla, SG-13423/B/09, Нектария, Хайлайт	КНИИСХ	-*
Скарпия	КубГАУ	-
Примечание: * — разновидность не установлена		

Литература:

1. Лоскутов, И.Г., Кобылянский В.Д., Ковалева О.Н. Итоги и перспективы исследований мировой коллекции овса, ржи и ячменя // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Санкт-Петербург, 2007. — том 164. — с. 80–101.
2. Серкин, Н.В., Кузнецова Т.Е., Левштанов С.А. Решаем проблемы ячменного поля // Защита растений в Краснодарском крае, 2010. — 5. — с. 2.
3. Анпилогова, Л.К., Волкова Г.В. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе) ВНИИБЗР. Краснодар. 2000. — 28 с.

## Идентификация сортов озимой пшеницы устойчивых к Ptr ToxA возбудителя желтой пятнистости листьев с использованием ДНК-маркеров

Кремнева Оксана Юрьевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник;

Трофимова Ирина Анатольевна, младший научный сотрудник;

Волкова Галина Владимировна, доктор биологических наук, зав. лабораторией

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*Проведена идентификация гена устойчивости Tsn 1 к Pyrenophora tritici-repentis у 23 сортов озимой пшеницы селекции КНИИСХ им. Лукьяненко и ВНИИЗК им. Калининко с помощью ДНК-маркеров.*

**Ключевые слова:** *Pyrenophora tritici-repentis, пшеница, ген устойчивости Tsn 1, молекулярный скрининг.*

## Identification of winter wheat varieties resistant to Ptr ToxA tan spot agent with molecular markers

Kremneva O. Yu., Trofimova I. A., Volkova G. V.

Federal state budgetary scientific institution «All-Russian research institute for biological plant protection», Krasnodar, Russia

*Identification of gene of resistance to Pyrenophora tritici-repentis — Tsn 1 in 23 winter wheat varieties from Lukyanenko Krasnodar research institute of agriculture and Kalinenko All-Russian research institute of crops was maintained with the use of DNA-markers.*

**Keywords:** *Pyrenophora tritici-repentis, wheat, resistance gene Tsn 1, molecular scринing*

Северный Кавказ является зоной широкого возделывания озимой пшеницы. В последнее время возбудитель желтой пятнистости листьев занимает доминирующее положение среди листовых болезней пшеницы на данной территории [1–3].

Специфичность взаимодействия патогена с растением обусловлена наличием определенных хозяин — специфичных токсинов, которые функционируют как факторы патогенности. Ptr ToxA — ответственен за развитие некрозов на чувствительных сортах пшеницы и является главным фактором патогенности [4–5]. Ген ToxA, детерминирующий синтез токсина Ptr ToxA был клонирован и секвенирован в 1997 году [6]. В настоящее время существует несколько кодоминантных SSR-маркеров, фланкирующих данный ген: Xfcp1, Xfcp2, Xfcp394, Xfcp393, Xfcp620 [7-8]. Канадские ученые показали, что устойчивость к патогену контролируется рецессивным геном tsn 1, который локализован на длинном плече хромосоме 5 BL.

В связи с сильной восприимчивостью высеваемых сортов на Северном Кавказе [2–3] к данному патогену, необходимо проводить поиск источников новых доноров устойчивости к *P. tritici-repentis*. Использование молекулярно-генетических подходов в данном вопросе может способствовать ускорению селекционного процесса.

Цель данного исследования — идентифицировать сорта пшеницы, устойчивые к Ptr ToxA возбудителя желтой пятнистости листьев с использованием ДНК — маркеров.

Материалом исследований служили 23 сорта озимой пшеницы селекции КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко и ВНИИЗК им. И.Г. Калининко, районированные и высеваемые на территории Северного Кавказа. Для идентификации носителей генов устойчивости использовали метод полимеразной цепной реакции. Выделение ДНК проведено на основе СТАВ метода [9].

Для идентификации носителей гена Tsn 1 проводилась ПЦР амплификация с использованием праймера Xfcp 1 R/F. Объем реакционной смеси составлял 25 мкл и содержал 2.5 мкл буфера, 1.0 мкл dNTP, 1,75мкл каждого праймера, 0,5 мкл Tag-полимеразы, 16 мкл H<sub>2</sub>O//, 1,5 мкл ДНК. Для разделения фрагментов амплифицированной ДНК электрофорез осуществляли в 1,8% агарозном геле. Амплификацию проводили при следующих параметрах: денатурация — 94°C в течении 4 минут; 45 циклов: 94°C — 1 минута, 62°C — 1 минута; 72°C — 2 минуты; финальная элонгация — 72°C — 10 минут.

Электрофорез продуктов ПЦР отражает наличие или отсутствие в генотипах исследуемого образца искомого гена. В качестве положительного контроля при идентификации носителей генов использован сорт Glenlea, в котором

идентифицирован ген устойчивости. Если в результате ПЦР амплифицируется фрагмент размером 374 п. н., считается, что в генотипе сорта содержится рецессивный аллель *tsn 1* и сорт является устойчивым к токсину Ptr tox A. Если в результате ПЦР амплифицируется фрагмент размером 402 п. н., значит образец является носителем доминантного аллеля гена *Tsn 1*, восприимчивого к токсину Ptr tox A.

Результаты проведения ПЦР с праймером Xfcp1 у 23 сортов озимой пшеницы представлены в таблице 1. Отмечено наличие продукта амплификации 374 п. н. у 16 сортов, которые могут быть рассмотрены в качестве источников устойчивости к ToxA *P. tritici-repentis* для целенаправленной селекции сортов и гибридов пшеницы.

Таблица 1. Результаты идентификации сортов озимой пшеницы на устойчивые к Ptr ToxA возбудителя желтой пятнистости с использованием праймера Xfcp 1 R/F.

№	Сорт	Xfcp 1 R/F —		Устойчивость (I)/ Восприимчивость (S)
		Tsn1	Tsn 1	
1	Glenlea-контроль	374bp		I
2	Айвина	374bp		I
3	Вита	374bp		I
4	Вояж	374bp		I
5	Гелиос	374bp		I
6	Гордеиформе 6	374bp		I
7	Виза	374bp		I
8	Веда	374bp		I
9	Дока	374bp		I
10	Кавказ	374bp		I
11	Зимтра		402bp	S
12	Красота		402bp	S
13	Ласточка	374bp		I
14	Нота	374bp		I
15	Первица		402bp	S
16	ПалПич	374bp		I
17	Победа 50	374bp		I
18	Марафон		402bp	S
19	Таня	374bp		I
20	Терра	374bp		I
21	Сотник		402bp	S
22	Фортуна		402bp	S
23	Юнона	374bp		I
24	Донской агат		402bp	S

Литература:

1. Кремнева, О. Ю. Структура популяции возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы на Северном Кавказе по вирулентности и элементы биологизированной защиты от патогена: Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук/Кубанский государственный аграрный университет. Краснодар, 2007. — с. 78–84.
2. Кремнева, О. Ю. Желтая пятнистость листьев пшеницы на Северном Кавказе/О. Ю. Кремнева, Г. В. Волкова // Защита и карантин растений. 2011, № 10, — с. 37–40.
3. Волкова, Г. В., Кремнева О. Ю., Андропова А. Е., Надыкта В. Д. Желтая пятнистость листьев пшеницы (возбудитель *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler). Монография, Москва, ООО «АМА-ПРЕСС», 2012, — с. 62–82.
4. Lamari, L., Bernier C. C. Virulence of isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* on 11 wheat cultivars and cytology of the different host reaction // Can. J. Plant Pathol. 1989. Vol. 11. P. 284–290.
5. Ballance, G. M., Lamari L., Bernier C. C. Purification and characterization of a host-selective necrosis toxin from *Pyrenophora tritici-repentis* // Physiol. Mol. Plant Pathol. 1989. Vol. 35. P. 203–213.
6. Ballance, G. M., Lamari L., Kowatsch R., Bernier C. C. Cloning, expression and occurrence of the gene encoding the Ptr necrosis gene encoding the Ptr necrosis toxin from *Pyrenophora tritici-repentis* // Mol. Plant Pathol., 1996, <http://www.bspp.org.uk/mppl/1996/1209ballance/>.

7. Ali, S., Gurung S., and Adhikari T.B. Identification and characterization of novel isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* from Arkansas // *Plant Dis.* 2010. Vol. 94. P. 229–235.
8. Grow, A., Johnson H. Simulating pathogen population shifts of *Pyrenophora tritici-repentis* on Canadian wheat cultivars points to potential risks of PtrToxB // *Canad. J. Plant Breeding.* 2013. Vol. 1, N 1. P. 27–38.
9. Murray, H. G., Thompson W.F. Rapid isolation of high molecular weight DNA // *Nucleic Acids Res.* 1980. Vol. 8. P. 4321–4325.
10. Остерман, Л. А. 1981 Методы исследования нуклеиновых кислот. — М.: Наука, 1981. — 288 с.

## Сравнительная характеристика групп сортов и линий озимой твердой пшеницы с разным уровнем показателя SDS-седиментации

Лещенко Марина Александровна, научный сотрудник;

Самофалов Александр Петрович, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур имени И. Г. Калиненко (г. Зерноград, Ростовская область)

*В статье представлены результаты анализа групп сортов и линий озимой твердой пшеницы, разных по качеству клейковины. Для этого весь изучаемый материал (сорта и линии собственной селекции ВНИИЗК и инорайонной) по величине седиментационного осадка был распределен на 4 группы по условной градации, разработанной во ВНИИЗК для этой культуры: первая — очень сильная клейковины (40 и > мл), вторая — сильная (35–39 мл), третья — средняя (30–34 мл), четвертая слабая — (29 и < мл) [3].*

*В результате проведенного анализа нами установлено наличие взаимосвязи величины седиментационного осадка с физико-химическими свойствами зерна: содержанием клейковины, ИДК, натурой зерна, стекловидностью и реологическими свойствами теста (время образования, стабильность и сопротивляемость теста, эластичность, разжижение теста, валориметрическая оценка, общая оценка фаринограммы).*

**Ключевые слова:** SDS-седиментация, твердая пшеница, сорт, линия, качество.

## Comparative characteristics of groups of varieties and lines of winter durum wheat with different levels of indicator SDS-sedimentation

M. A. Leshchenko,

A. P. Samofalov

*The article presents the results of the analysis of groups of varieties and lines of hard winter wheat of different quality gluten. To do this, all the studied material (varieties and lines of its own breeding VNIIST and district) largest sedimentation sediment was distributed into 4 groups conditional on graduation, developed in VNIIST for this culture: the first is a very strong gluten (40 and > ml), the second — strongest (35–39 ml), and the third medium (30–34 ml), the fourth weak (29 and < ml) [3].*

*In the analysis we have established the relationship led-ranks sedimentation with sediment physico-khimicheskie properties grain: content-eat gluten, IDK, kind of grain, the core and rheological properties of the dough (the formation, stability, and resistance test, elasticity, thinning of the test, calorimetrically assessment, an overall assessment of variogram).*

**Keywords:** SDS-sedimentation, durum wheat, variety, line, quality.

Качество зерна твердых пшениц — главный критерий, по которому она оценивается, как у нас в стране, так и на мировом рынке. В настоящее время для оценки и браковки селекционного материала по качеству зерна на первых этапах селекционеры широко используют метод седиментации в различных модификациях и добиваются высокой эффективности отбора высококачественных форм. Для оценки

качества зерна селекционного материала твердых пшениц используется показатель SDS-седиментация, предложенный J. W. Dick, J. S. Quick (1983) [2]. Среди различных методов оценки качества зерна SDS-седиментация является одним из наиболее простых и надежных методов оценки потенциала генотипа. Отличительной особенностью метода, комплексно отражающего качество зерна, явля-



Рис. 1. Распределение сортов и линий озимой твердой пшеницы по показателю SDS-седиментации, 2011–2013 гг.

Таблица 1. Урожайность и физико-химические свойств групп озимой твердой пшеницы разных по показателю SDS-седиментации, 2011–2013 гг.

Группы качества	SDS-седиментация, мл	Урожайность, т/га,	Содержание клейковины, %	ИДК, е. п.	Натура зерна, г/л	Стекловидность, %
Очень сильная, > 40 мл	41	6,17	27,4	85	803	96
Сильная, 35–39 мл	37	6,18	26,7	88	796	94
Средняя, 30–34 мл	33	6,01	26,0	98	786	87
Слабая, < 30 мл	28	5,84	26,0	108	775	79

ется простота, небольшой набор химических реагентов, высокая производительность и небольшая навеска образца [1], что позволяет использовать его в качестве критерия отбора на ранних этапах селекционного процесса.

Цель данных исследований — выявление различий признаков качества озимой твердой пшеницы в зависимости от показателя SDS-седиментации.

**Результаты исследований.** Исследования проводились в 2011–2013 гг. на опытных полях ФГБНУ ВНИИК им. И. Г. Калиненко в условиях Ростовской области. В качестве экспериментального материала были изучены сорта и линии озимой твердой пшеницы, различающиеся по величине седиментационного осадка. Распределение их по SDS-седиментации было следующим: 9 имели очень сильную клейковину, 43 — сильную, 38 — среднюю, 10 — слабую. Большая часть изученного материала относится к группам со средней и сильной клейковиной. (Рис. 1)

Изучение сортов и линий по SDS-седиментации свидетельствует о том, что уменьшение величины седиментационного осадка ведет к снижению качества зерна озимой твердой пшеницы (табл. 1).

Корреляционный анализ исходных данных показал наличие достоверных положительных связей SDS-

оценок со стекловидностью ( $r=0,82^{**}$ ) и натурой зерна ( $r=0,72^{**}$ ) и достоверной отрицательной с ИДК ( $r=-0,82^{**}$ ). С показателями урожайности и содержанием клейковины обнаружено наличие средней положительной сопряженности ( $r=0,41^*$  и  $0,45^*$  соответственно). Содержание белка и масса 1000 зерен не зависели от изменения показателя SDS-седиментации.

В результате анализа реологических свойств теста по группам качества установлено, что с уменьшением величины седиментационного осадка наблюдается их закономерное снижение, что также подтверждают коэффициенты корреляции. Выявлено наличие достоверной положительной связи показателя SDS-седиментации с общей оценкой фаринограммы ( $r=0,85^{**}$ ), со стабильностью теста ( $r=0,72^{**}$ ), с сопротивляемостью ( $r=0,74^{**}$ ), валориметрической оценкой ( $r=0,77^{**}$ ) и эластичностью теста ( $r=0,51^*$ ) и отрицательной с разжижением теста ( $r=-0,76^{**}$ ).

**Выводы.** Наличие высоких достоверных взаимосвязей SDS-седиментации с основными признаками качества зерна озимой твердой пшеницы позволяет использовать этот метод оценки для отбора высококачественных генотипов.

Литература:

1. Бебякин, В. М., Бутина М. В., Васильчук Н. С. Информативность показателя ДСН-седиментация в связи с селекцией яровой твердой пшеницы // Доклады ВАСХНИЛ. 1987. №3. с. 3–5.
2. Васильчук, Н. С., Гапонов С. Н., Еременко Л. В. Паршикова Т. М., Попова В. М., Цвета Н. М., Шутарева Г. И. Оценка прочности клейковины в процессе селекции твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf) // Аграрный вестник Юга-Востока. 2009. №3. с. 34–39

3. Самофалова, Н. Е., Лещенко М. А., Самофалов А. П., Копусь М. М. Использование метода SDS-седиментации в оценке исходного материала твердой озимой пшеницы на качество // *Зерновое хозяйство России*. 2014. №4 (34). с. 25–31

## Кондуктометрическая оценка устойчивости сортов яровой пшеницы к обыкновенной гнили

Луговская Ольга Сергеевна, младший научный сотрудник  
Сибирский физико-технический институт (г. Новосибирск)

*Проведена апробация кондуктометрического метода оценки устойчивости яровой пшеницы к обыкновенной корневой гнили злаков на 10 сортах; установлено достоверное совпадение результатов оценки толерантности (устойчивости) биофизическим методом с интегральными физиологическими, фитопатологическими и морфометрическими методами оценки и показателями урожайности культуры.*

**Ключевые слова:** *устойчивость, кондуктометрический метод, обыкновенная корневая гниль, яровая пшеница.*

## Conductometric method of resistance assessment of spring wheat towards common root rot

Lugovskaya O. S.  
FGBN SIBFTI, Novosibirsk

*The approbation of conductometric method of resistance assessment of spring wheat towards common root rot for ten breeds of spring wheat was carried out. Valid similarity of results of resistance assessment and of crop yield, obtained by biophysical method, with the results, obtained by integral physiological, phytopathological and morphometric assessment methods, was documented.*

**Key words:** *resistance, conductometric method, common root rot, spring wheat.*

Устойчивость растений к стрессу — это сложный признак, который закреплен генетически и проявляется лишь при действии стрессора. Уровень устойчивости сортов к обыкновенной гнили определяется их реакцией на патологический процесс и токсины возбудителя болезни *Bipolaris sorokiniana* Schoem., среди которых выделены гельминтоспорал, прегельминтоспорал, виктоксинин и другие [1, 2, 3].

Агрономическую устойчивость сорта к болезни выявляют в вегетационно-полевых опытах. Такие опыты позволяют оценить потери урожайности сортом в зависимости от инфекционной нагрузки, но достаточно длительны и трудоемки. Биологическую устойчивость сорта к болезни оценивают по изменению физиологических, биохимических и биофизических процессов в ранние фазы вегетации растений, пользуясь прямыми и косвенными методами. Инструментальные методы экспрессны, особенно при постановке экспериментов с инфекционными фонами в камерах искусственного климата, поэтому имеют более высокую по сравнению с прямыми методами производительность труда. Кондуктометрический

метод, которым мы оценивали устойчивость сортов, обладает всеми вышеперечисленными достоинствами инструментальных методов.

**Цель данной работы** — доказать, что кондуктометрический метод адекватно общепринятым методам определяет биологическую устойчивость сортов яровой пшеницы к обыкновенной гнили и позволяет ранжировать сорта по степени устойчивости к болезни.

### Методика исследований

Опыты с искусственным инфицированием яровой пшеницы проводили в течение ряда лет в лабораторных условиях, выращивая растения 10 сортов в установке искусственного климата по методике, подробно изложенной в [4]. В фазе 2–3 листьев у зараженных растений оценивали диагностические параметры: биофизические (электропроводность, удельная электропроводность), морфометрические (длину ростков и корней), физиологические (биомассу ростков и корней), а также определяли всхожесть, индекс развития болезни по видимым симптомам поражения и распространенность болезни. Для кондуктометрических измерений использовали цифровые изме-



Рис. 2. Биофизическое состояние сортов яровой пшеницы на инфекционном фоне в вегетационно-полевом опыте (фаза колошения)

рителю L, C, R, E 7–8, E 7–12 и кондуктометр лабораторный КЛ-С-1.

Вегетационно-полевые опыты с инфекционной нагрузкой проводили в течение 3 лет на биополигоне СибФТИ в сосудах без дна. Сорта яровой пшеницы довели до зерновой продуктивности.

#### Результаты исследований

Апробация кондуктометрического метода на 10 сортах яровой пшеницы сибирской селекции выявила их различную реакцию на внедрение в проросток возбудителя болезни. После заражения и распространения по межклетникам грибных токсинов состояние клеток лабильно менялось у сорта Удача: электропроводность клеток возрастала до  $71,1 \pm 9,5$  мСм против  $54,8 \pm 7,0$  в контроле. На 13–36% менялась электропроводность вытяжек листьев у сортов Новосибирская 15, Новосибирская 29 и Легенда. Нарушение биофизических процессов в клетках 10 сортов пшеницы соответствовало снижению биометрических параметров проростков с  $r = -0,664$ , биомассы с  $r = -0,71$ , всхожести с  $r = -0,9$  и повышению индекса развития болезни с  $r = 0,69$ .

Кластерный анализ 8 сортов, для которых опыт повторяли 4 раза, сгруппировал в кластер слабо толерантных (малоустойчивых) к болезни сортов Полюшко, Удачу, Новосибирскую 31 и Новосибирскую 29. У остальных сортов (Новосибирская 89, Новосибирская 15, Обская 14, Александрина) реакция на заболевание существенно отличалась от данного кластера, особенно у сорта Обская 14. При этом в листьях зараженных проростков сортов Новосибирская 15 и Удача удельная электропроводность (УЭП) изменялась на 24–36% по сравнению с кон-

тролем, а у относительно устойчивого сорта Обская 14 лишь на 14,4%.

В полевых условиях под влиянием инфицирования внутриклеточные процессы в листьях значительно менялись у сорта Новосибирская 29, у которого электропроводность увеличивалась на 36%. Меньшие изменения наблюдались у сортов Новосибирской 31 и Полюшко (рис. 2). У сорта Обская 14 в ответ на биотический стресс электропроводность протоплазмы возрастала на 13%. Биофизическое состояние заболевших растений (показатель УЭП) соответствовало физиологическому и фитопатологическому состоянию сортов. Например, с индексом развития болезни УЭП клеточных мембран коррелировала с  $r = 0,85 \pm 0,007$  и  $d = 0,72$  (коэффициент детерминации). Сильнее других на инфекционный фон *B. sorokiniana* отреагировал сорт Новосибирская 29.

Далее восприимчивость к инфекции уменьшалась в ряду: Новосибирская 31 → Полюшко → Обская 14. Сорт Обская 14 показал себя наиболее толерантным к жесткому инфекционному фону, его продуктивность на инфекционном фоне снизилась на 30,5%, в то время как у остальных сортов на 40,8–41,5%.

Таким образом, результаты оценки устойчивости сортов к болезни кондуктометрическим методом совпали с интегральными физиологическими, фитопатологическими и морфометрическими методами оценки и показателями урожайности культуры. На основании проведенных исследований кондуктометрический метод ранней диагностики относительной устойчивости сортов яровой пшеницы к обыкновенной корневой гнили можно рекомендовать к использованию в селекционной практике.

#### Литература:

1. Берестецкий, А. О. Фитотоксины грибов: от фундаментальных исследований — к практическому использованию (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. — 2008. — Т. 44, № 5. — с. 501–514.
2. Pringle, R. V. Role of toxins in etiology of root rot disease of wheat // Can. J. Bot. — 1977/ — V. 55. — № 13. — P. 1801–1806.
3. Wood, L. S. Relation of variation in *Helminthosporium sativum* to seedling blite of small grains/L. S. Wood/Phytopathology. — 1962. — V. 52. — P. 493–498.
4. Оценка стрессоустойчивости сортов зерновых культур кондуктометрическим методом: метод. рекомендации/Л. Н. Коробова, Т. А. Гурова, Е. А. Голощапова [и др.]/Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд.-ние, Сиб. физико-техн. ин-т аграр. проблем. — Новосибирск, 2010. — 48 с.

## Временная изоляция в семеноводстве гибридного подсолнечника

Медведева Наталья Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук;

Костевич Сергей Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта

*Изучалось влияние срока сева линий-восстановителей фертильности на их семенную продуктивность. Продуктивность линий на 20% определялась генотипом, и на 70% — сроком сева.*

**Ключевые слова:** срок сева, временная изоляция, отцовские линии.

## Temporal isolation in hybrid seed production of sunflower

Medvedeva, N., Kostevich S.

*Studied the influence of sowing time of the restorer lines fertility of their seed productivity. The productivity of the lines of 20% was determined by the genotype and by 70% for a sowing time.*

**Key words:** sowing time, temporary exclusion, restorer lines

Одной из главных задач семеноводства гибридного подсолнечника является выращивание генетически чистых родительских форм и семян первого поколения гибридов. В связи с чем, необходимым условием становится изоляция семеноводческих посевов от чужеродного перекрестного опыления. Используемый способ защиты родительских форм гибридного подсолнечника от перекрестного опыления с помощью групповых сетчатых изоляторов, трудоемок и затратен.

Иногда применяют способ пространственной изоляции, размещая посевы в соответствии с рекомендованными нормами расстояния от других посевов. Недостатком данного приема является то, что в условиях интенсивного промышленного производства подсолнечника (товарного и семенного) пространственная изоляция не всегда может быть обеспечена.

Известен также способ временной изоляции посевов в семеноводстве родительских форм гибридов подсолнечника, достигаемой использованием различных сроков сева [1, 2]. Так, посев семян родительских форм гибрида подсолнечника в почву осуществляют в срок, смещенный по отношению к оптимальному сроку для данного региона в более позднюю сторону, с разрывом в сроках сева 29–30 дней.

Многочисленные исследования показывают, что при любых сроках сева растения стремятся формировать семена с высокими посевными качествами [3, 4]. Однако, не вызывает сомнения тот факт, что посевы подсолнечника произведенные не в оптимальные сроки снижают свою продуктивность.

С целью выявления причин снижения продуктивности, нами было проведено сравнительное изучение влияния различных сроков сева на продуктивность восстановителей фертильности пыльцы подсолнечника с целью оценки возможности применения временной изоляции в гибридном семеноводстве.

Исследования проводились на (ЦЭБ) ВНИИМК в 2013–2014 гг. Проведено изучение влияния сроков посева на формирование урожая семян отцовских линий гибридов подсолнечника — ВК 551, ВК 301, ВК 930. Опыт двухфакторный.

При определении урожайных свойств посевы семян проводили в два срока: 1 декада мая, 1 декада июня. Делянки четырехрядковые, повторность опыта шестикратная. Размещение вариантов систематическое. Площадь опытных делянок 28 м<sup>2</sup>, учетная площадь — 14 м<sup>2</sup>. Посев подсолнечника осуществлялся элитными семенами отцовских линий селекционной сеялкой фирмы Винтер Штайгер, междурядья — 70 см, плотность сева — из расчета 60 тысяч растений на гектар. Уборку делянок производили прямым комбайнированием, используя селекционный комбайн «Хеге». Обработку полученных экспериментальных данных проводили с помощью стандартных статистических методов (дисперсионный и корреляционный анализ) [5].

Статистические данные свидетельствуют о том, что в среднем урожайность участков размножения линий-восстановителей фертильности пыльцы подсолнечника составляет 0,8–1,6 т/га.

Наибольшую продуктивность все изучаемые генотипы имели при посеве в оптимальный срок. В оба года исследований мы наблюдали одинаковые тенденции по распределению уровня семенной продуктивности по генотипам и срокам сева. Лучшей продуктивностью для первого срока посева обладала линия ВК 301, имеющая урожайность в 2013 г. в пределах 1,5 т/га, а в 2014 году — 1,4 т/га. На втором месте была линия ВК 551 давшая 1,17 и 1,15 т/га соответственно. Линия ВК 930 давала урожайность в пределах 0,7–0,9 т/га.

Продуктивность посевов второго срока сева значительно снизилась. Так в 2013 г. линии ВК 551 и ВК 301 имели урожайность в пределах 0,6 т/га, а в менее благо-

приятном 2014 г. — в пределах 0,2 т/га. Линия ВК 930 в 2013 г. имела продуктивность 0,2 т/га, а во второй год посева данного генотипа почти полностью погибли.

Установлена значительная зависимость ( $r = 0,978$ ) продуктивности линий от изучаемых факторов, различия которой на 20% объясняются влиянием генотипа и на 70% сроками сева.

Реакция различных генотипов восстановителей фертильности пыльцы на сроки сева сильно отличается и реализуется в снижении продуктивности от 30% — ной (у слабо реагирующих линий), до семикратной (у резко реагирующих линий). Этим возможно и обуславливаются столь неоднозначные данные о продуктивности на участках гибридизации и размножении родительских линий при использовании временной изоляции.

Анализ структуры урожая показал основные различия в развитии растений и формировании их продуктивности в зависимости от сроков сева. Снижение продуктивности отцовских линий подсолнечника при поздних сроках сева возникает в основном из-за уменьшения густоты стояния растений, диаметра корзинки и ее продуктивной части и низкой завязываемости семян в корзинке. Уменьшение густоты стояния, ветвистости, диаметра корзинки и длительности цветения растений оказывает влияние на пыльцевую продуктивность посевов, что может привести к низкой завязываемости семян на участках гибридизации.

Таким образом, необходимо разрабатывать сортовые агротехнические приемы возделывания и агроэкологические паспорта не только новых и перспективных сортов и гибридов подсолнечника, но и их родительских линий.

#### Литература:

1. Бриггс, Ф. Научные основы селекции растений/Ф. Бриггс, П. Ноулз. — М.: Колос, 1972. С. — 408.
2. Деревенец, В.Н., Зайцев Н.И., Черкашин С.И. Размножение генетически чистых маточных семян линий подсолнечника с использованием пленочных укрытий // Материалы IV международной конференции молодых ученых и специалистов, ВНИИМК, 2007 г., с. 66–67.
3. Бородин, С.Г., Волошина О.И. Изучение аттрактивных свойств сортов подсолнечника и видового состава опылителей на фоне контрастных сроков посева // Сборник докладов 2-й международной конференции молодых ученых и специалистов. — Краснодар, 2003. — с. 23–30.
4. Бочковой, А.Д. Результаты и перспективы селекционно-семеноводческой работы с гибридным подсолнечником во ВНИИМК/А.Д. Бочковой // Сб. докладов междунаучно-практической конференции, посвящённой 120-летию со дня рождения акад. В.С. Пустовойта. ВНИИМК. — Краснодар, 2006. — с. 88–93.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1979. — 416 с.

## Основные классификации томата

Нековаль Светлана Николаевна, зав. лабораторией, кандидат биологических наук;  
Беляева Анастасия Валерьевна, младший научный сотрудник;  
Касьянова Мария Александровна, младший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*В обзоре представлены основные классификации томата от общепринятых до современных. Подчеркнуты их преимущества и спорные стороны.*

**Ключевые слова:** томаты, классификация, плоды, *lycopersicon*, *solanum*

## General classification of tomato

Nekoval S. N., Belyaeva A. V., Kasyanova M. A.  
Federal State Scientific Institution «All-Russian Research  
Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar

*The review presents the basic classification of tomato from conventional to modern hybrids. Strengths and controversial sides of the classification were highlighted.*

**Keywords:** tomatoes, classification, fruit, *lycopersicon*, *solanum*.

В мире существует ряд классификаций томата. В англо-американских странах наиболее популярны классификации Миллера и Люквилла.

В Германии придерживаются классификации Леманна и Беккер — Диллингена.

В России принято пользоваться классификацией Д.Д. Брежнева, поскольку она в полном объеме учитывает филогенетические связи и совместимость генотипов при скрещивании растений томатов [2; 4]. Исходя из резко отличающихся морфологических признаков, биологических и физиологических свойств, учитывая, что некоторые томаты не скрещиваются в обычных условиях, Брежнев разделил род *Lycopersicon* Torr. на три вида: перуан-

ский томат (*L. peruvianum* Mill), волосистый (*L. hirsutum* Humb. et Bonp.) и обыкновенный (*L. esculentum* Mill.) [3].

Большой вклад в создание новой классификации внес проект, посвященный сиквенированию генома томата и созданию соответствующей базы данных, начавшийся в 2004 году в США. В ходе выполнения проекта расшифрован геном митохондрий и хлоропластов.

В 2008 году опубликована таксономическая монография Американского общества таксономистов растений — *Solanum* sect. *Lycopersicon*, в которой раскрыт филогенетический подход в классификации томата (табл.) [1].

Таблица 1. Эквивалентные названия различных видов томата [5]

Новое название	<i>Lycopersicon</i> эквивалент
<i>Solanum juglandifolium</i> Dunal	<i>Lycopersicon juglandifolium</i> (Dunal) J. M. H. Shaw
<i>Solanum ochranthum</i> Dunal	<i>Lycopersicon ochranthum</i> (Dunal) J. M. H. Shaw
<i>Solanum sitiens</i> I. M. Johnst.	<i>Lycopersicon sitiens</i> (I. M. Johnst.) J. M. H. Shaw
<i>Solanum lycopersicoides</i> Dunal	<i>Lycopersicon lycopersicoides</i> (Dunal in DC.) A. Child ex J. M. H. Shaw
<i>Solanum pennellii</i> Correll	<i>Lycopersicon pennellii</i> (Correll) D'Arcy
<i>Solanum habrochaites</i> S. Knapp & D. M. Spooner	<i>Lycopersicon hirsutum</i> Dunal
<i>Solanum</i> 'N peruvianum' описано Peralta	Часть <i>Lycopersicon peruvianum</i> (L.) Miller (incl. var. <i>humifusum</i> and <i>Marathon</i> races)
<i>Solanum neorickii</i> D. M. Spooner, G. J. Anderson & R. K. Jansen	<i>Lycopersicon parviflorum</i> C. M. Rick, Kesicki, Fobes & M. Holle
Новое название	<i>Lycopersicon</i> эквивалент
<i>Solanum chmielewskii</i> (C. M. Rick, Kesicki, Fobes & M. Holle) D. M. Spooner, G. J. Anderson & R. K. Jansen	<i>Lycopersicon chmielewskii</i> C. M. Rick, Kesicki, Fobes & M. Holle
<i>Solanum corneliomuelleri</i> J. F. Macbr.	Часть <i>Lycopersicon peruvianum</i> (L.) Miller; также известный как <i>Lycopersicon glandulosum</i> C. F. Mull.

Продолжение таблицы 1

Новое название	<i>Lycopersicon</i> эквивалент
<i>Solanum peruvianum</i> L.	<i>Lycopersicon peruvianum</i> (L.) Miller
<i>Solanum chilense</i> (Dunal) Reiche	<i>Lycopersicon chilense</i> Dunal
<i>Solanum cheesmaniae</i> (L. Riley) Fosberg	<i>Lycopersicon cheesmaniae</i> L. Riley (опубликован как <i>cheesmanii</i> )
<i>Solanum galapagense</i> S. Darwin & Peralta	Часть <i>Lycopersicon cheesmaniae</i> L. Riley
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	<i>Lycopersicon esculentum</i> Miller
<i>Solanum pimpinellifolium</i> L.	<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> (L.) Miller

Такая классификация спорна. В филогенетическом плане род *Lycopersicon Tourn.* наиболее близок к секции *Tuberarium* рода *Solanum L.* При этом растения отмеченных таксономических категорий имеют одинаковую форму соцветия и аналогичный тип перисто — рассеченных листьев. Также выявлено сходство соматических хромосом видов рода *Eriopersicon* с соматическими хромосомами диплоидных видов картофеля, причем наличие хромосомы В зафиксировано в кариотипах обеих групп. Однако растения *Lycopersicon* и *Solanum* обладают не только многими общими признаками, но имеют и существенные различия. Например, для цветка рода *Lycopersicon* характерны рассеченная чашечка, глубоко надрезанный венчик, многочисленные тычинки; пыль-

ники раскрываются продольными трещинами, а не полами на конце, как у *Solanum L.*, где у них находятся стерильные придатки. По перечисленным признакам род *Lycopersicon Tourn* можно безошибочно отличить от рода *Solanum L.*, хотя в связи с обнаружением и изучением вида *S. pennellii Cor.* некоторые авторы высказывают сомнения по вопросу выделения рода *Lycopersicon* из *Solanum* в качестве такового [4; 6].

Филогенетическая классификация не отражает всю полноту видовых особенностей рода *Lycopersicon Tourn.* Ученые имеют право выбрать наиболее приемлемую классификацию, которой будут придерживаться в своих исследованиях.

#### Литература:

1. Багирова, С. Ф. Новая номенклатура томата/С. Ф. Багирова, С. И. Игнатова // Гавриш. — 2009. — № 1. — с. 30–31.
2. Белика, В. Ф. Овощеводство открытого грунта/В. Ф. Белика. — М.: Колос, 1976. — 328 с.: ил.
3. Брежнев, Д. Д. Томаты/Д. Д. Брежнев. — М.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1955. — 352 с.
4. Жученко, А. А. Генетика томатов/А. А. Жученко. — Кишинев: Штиинца, 1973. — 664 с.
5. Гавриш, С. Ф. Томаты/С. Ф. Гавриш. — М.: Вече, 2005. — 160 с.: ил.
6. Пивоваров, В. Ф. Пасленовые культуры в нечерноземной зоне России (томат, перец, баклажан, физалис)/В. Ф. Пивоваров, М. И. Мамедов, Н. Л. Бочарникова. — М.: Моспромстройматериалы, 1997. — 294 с.: ил.

## Генетическая коллекция томата

Нековаль Светлана Николаевна, заведующий лабораторией, кандидат биологических наук;

Касьянова Мария Александровна, младший научный сотрудник;

Беляева Анастасия Валерьевна, младший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*В статье затрагиваются проблемы семеноводства томата в России. Отмечена важность восстановления данной отрасли в рамках программы импортозамещения. Хорошим ресурсом для решения сложившейся проблемы является уникальная генетическая коллекция томата ФГБНУ ВНИИБЗР.*

**Ключевые слова:** коллекция томата, дикорастущие виды, мутантные формы, сорта, гибриды, семена, импортозамещение.

## Genetic collection of tomato FSSI ARRIOBPP

Nekoval S. N., Kasyanova M. A., Belyaeva A. V.

Federal State Scientific Institution «All-Russian Research  
Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar

*In the article were reviewed some problems of tomato seedage in Russia. The importance of recovery of this sector within the program of import substitution was noted. A good resource for solving the current problems is the unique genetic collection of tomato FSSI ARRIOBPP.*

**Keywords:** collection of tomatoes, wild species of mutant forms, variety, hybrid, seeds, import substitution.

ВНИИБЗР располагает уникальной генетической коллекцией томата, в 2006 году переданной академиком РАН и РАСХН А. А. Жученко для поддержания, возобновления и изучения рода *Lycopersicon Tompt.* В ее состав входят более 900 дикорастущих видов и 500 мутантных форм томата.

Данная коллекция, позволяет выводить новые сорта и гибриды, адаптированные к местным условиям произрастания и устойчивые к экономически значимым болезням и вредителям, с высокими вкусовыми качествами, цветовыми вариациями, необычными формами, и что не маловажно, с настоящим ароматом помидор. Благодаря фенотипически проявляющимся и генетически идентифицированным генам этот процесс ускоряется

в несколько раз, сокращая финансовые и временные затраты при анализе большого объема селекционного материала. Коллекция томата — значимый ресурс для обогащения генофонда культурного томата за счет расширения генетического разнообразия существующих сортов и гибридов.

По данным анализа рынка семян РосСтата, до 80% семян томата для российских производителей поступает из-за границы [1]. Изучение и последующее вовлечение коллекции может изменить сложившуюся ситуацию с дефицитом отечественных семян томата, что позволит в ближайшем будущем осуществить импортозамещение томата, существенно сократив завоз их семян в Россию, и вернуть вкусные Кубанские овощи.

Литература:

1. <http://federalbook.ru/files/FS/Soderjanie/FS-22/IV/Sirota.pdf>

## Проблемы первичного семеноводства сорта риса Ласточка

Остапенко Надежда Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;  
 Джамирзе Руслан Рамазанович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;  
 Чинченко Наталья Николаевна, младший научный сотрудник;  
 Филимонова Маргарита Евгеньевна, младший научный сотрудник  
 ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт риса (г. Краснодар)

*В статье изложены результаты эксперимента, позволившего в процессе первичного семеноводства сорта риса Ласточка увеличить его устойчивость к патогену, и снизить интенсивность развития болезни на растении с 42,2% до 15–31%.*

**Ключевые слова:** *новый сорт риса, семена, питомники первичного семеноводства, инфекционный питомник, устойчивость к пирикулярриозу.*

## Problems of Primary Seed Production of Rice Variety Lastochka

Ostapenko N. V., Dzhamirze R. R., Chinchenko N. N., Filimonova M. E.

*The article presents results of experiment, allowing to increase resistance of variety Lastochka to the pathogen during the process of primary seed production and to reduce disease incidence on the plant from 42.2% to 15–31%.*

**Keywords:** *new rice variety; seeds; primary seed production nurseries; infectious nursery; resistance to blast disease.*

Важным элементом рисоводства является семеноводство — комплекс мероприятий по сохранению сортовых качеств, выращиванию семян высоких посевных кондиций, размножению их в необходимых количествах, хранению и контролю за их качеством.

ГНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко рекомендует для вновь передаваемых в госсортоиспытание и перспективных сортов обязательное применение схемы из 5 звеньев с двухгодичной проверкой по потомству [1].

Во ВНИИ риса первичное семеноводство ведётся по нескольким сортам с использованием разных схем. Чистоте оригинальных семян придаётся большое значение.

Внедрение в производство урожайных и устойчивых к пирикулярриозу сортов является одной из основных мер уменьшения потерь от этого опасного заболевания. Симптомы болезни обычно проявляются на листьях, узлах стебля, на ножке и веточках метелки и органах цветка. Оценка селекционного материала в инфекционном питомнике даёт возможность отбирать, наряду с иммунными образцами, сорта и формы риса с полевой устойчивостью [2].

**Цель работы:** увеличить устойчивость сорта риса Ласточка к патогену пирикулярриоза в процессе первичного семеноводства.

**Материал и методы.** Материалом служил новый сорт риса Ласточка.

Сорт Ласточка выведен во ВНИИ риса методом гибридизации сортов Прикубанский/Лазурный и с 2012 года находится в Государственном сортоиспытании. Ботаническая разновидность — субвульгарис. Вегетационный период: от залива до вымётывания — 82–84 дня, от залива до полной спелости — 120–127.

При первичном семеноводстве сорта Ласточка (как и других сортов, переданных на Государственное испытание) мы во ВНИИ риса применяли 1–3 звенья следующей схемы [1], с некоторыми своими изменениями и дополнениями:

1 — отбор родоначальных растений (метёлки) в питомнике испытания потомств первого года (П-1). Количество оригинальных растений 300–600 штук;

2 — посев и изучение отобранных семей в питомнике испытания потомств первого года (П-1);

3 — браковка семей в П-1; после тщательной сортовой прополки все типичные делянки в П-1 объединяют, убирая их вместе вручную или селекционным комбайном ДКС-515. При этом способе оригинальные семена получают за один год;

4 — если сорт нуждается в улучшении некоторых признаков, каждую типичную делянку (потомство одной метёлки) в П-1 убирают вручную и обмолачивают отдельно, для того чтобы на следующий год посеять отдельно каждую семью в П-2;

5 — в П-2 посев проводили сеялкой центрального высева Wintersteiger «Rowseed». Размер делянок составлял 6,4 м<sup>2</sup> (длина 5,3 м x ширина 1,2 м) в однократной повторности с нормой высева 7 млн. всхожих зёрен на 1 га.

В качестве стандартных делянок использовали посева размножения сорта Ласточка (ПР), посеянные семенами урожая 2013 года, выращенными на РОС ВНИИ риса.

Одновременно часть семян изучаемых делянок были переданы в лабораторию защиты риса для оценки на устойчивость к пирикулярриозу при искусственном заражении.

Такая схема первичного семеноводства нам позволяла производить оригинальные семена новых сортов в объёме

ёмах, необходимых для их предварительного размножения и отправки на Госсортоучастки (150–250 кг).

**Результаты исследований. 1-й этап, 2013-й год.** В 2013 году на посевах риса Краснодарского края зафиксирована эпифитотия пирикулярриоза.

Картина поражения болезнью на делянках П-1 на сорте Ласточка сложилась следующим образом:

а) степень поражения листовой формой пирикулярриоза в период конец кущения-начало трубкования составила 67,8%;

б) за период вымётывание-восковая спелость зерна 25% семей (или 25 делянок) были уничтожены полностью, растения «сгорели». Они были сухими, на метёлках (если таковые и были) совершенно не было урожая зерна;

в) за период вымётывание-налив зерна 50% семей (или 50 делянок) поразились пирикулярриозом в разной степени, но на них был получен урожай зерна;

г) 25% делянок-семей сорта Ласточка оказались устойчивыми к пирикулярриозу и сформировали полноценный урожай.

В результате нами были убраны 17 семей, у которых отсутствовали признаки поражения патогеном. Количество зерна с каждой делянки составило от 80 до 120 граммов. Этого было вполне достаточно, чтобы размножить их на следующий год (2014) в полевых условиях.

**2-й этап, 2014-й год.** В 2014 году 17 выделенных семей сорта Ласточка были посеяны в П-2, как питомник испытания потомств второго года. Густота стояния растений — 350–400 шт./м<sup>2</sup>.

Было отмечено, что делянки различаются между собой по морфологическим признакам. Выделено три группы по единственному признаку отличия (ости):

1) растения с осями на метёлках (длина остей 1,5–3,0 см), которые являются не типичным для сорта Ласточка. Характер расположения остей — по всему профилю метелки, начиная с нижних зерновок и до верхних. Количество подобных растений на трех делянках составило 18 штук; остальные растения были с зачатками остей на метелке (длина остей 0,5–1,5 см); характер расположения остей — по всему профилю метелки. Количество их составляло около 45–99%, остальные растения на этих делянках были без остей или с зачатками остей

в верхней части метёлки. Было принято решение полностью выбраковать эти делянки;

2) на 6 делянках были растения с зачатками остей на метелке (длина остей 0,5–1,5 см); характер расположения остей — только на зерновках в верхней части метёлки, что является типичным для характеристики изучаемого сорта. Было решено убрать эти шесть делянок вместе и использовать семена для посева питомника размножения сорта Ласточка в 2015 году;

3) две делянки отличались по сроку созревания (на 5 дней позже стандартных делянок и на 6 дней раньше). Они были выбракованы.

4) на других шести делянках на метелках всех растений присутствуют зачатки остей (длина 0,5–1,5 см), с характером расположения их — по всему профилю метелки, что не типично для данного сорта. Они тоже были выбракованы.

Оценка на устойчивость к пирикулярриозу [3] при искусственном заражении в 2014 году показала, что все 17 изучаемых семей сорта Ласточка были устойчивы и среднеустойчивы с интенсивностью развития болезни 15–31%. Поражение листовой формой пирикулярриоза не было отмечено.

#### **Выводы:**

1. В 2013 году в условиях эпифитотия пирикулярриоза на П-1 сорта Ласточка было выделено 17 семей, не пораженных патогеном. Естественный инфекционный фон позволил отобрать устойчивые семьи.

2. Оценка на устойчивость к пирикулярриозу при искусственном заражении в 2014 году показала, что все 17 семей сорта Ласточка были устойчивы и среднеустойчивы с интенсивностью развития болезни 15–31%. Поражение листовой формой пирикулярриоза не было отмечено.

3. В 2014 году только шесть семей сорта Ласточка были убраны как однородные и типичные для дальнейшего размножения.

4. При проведении первичного семеноводства новых сортов, переданных на Государственное сортоиспытание или допущенных к производству, следует особое внимание уделять отбору оригинальных растений, проведению тщательных бравок в питомнике испытания потомств первого года с обязательным использованием питомника испытания потомств второго года.

#### **Литература:**

1. Схема первичного семеноводства. <http://don-rice.ru/page95.html>
2. Зеленский, Г.Л. Борьба с пирикулярриозом риса путем создания устойчивых сортов: монография/Г.Л. Зеленский. — Краснодар: КубГАУ, 2013. — 92 с.
3. Методические указания оценки устойчивости сортов риса к возбудителю пирикулярриоза — М.: ВАСХНИЛ, 1988, — 30 с.

## Исходный материал для селекции озимой пшеницы на высокую зерновую продуктивность

Подгорный Сергей Викторович, старший научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур имени И. Г. Калиненко (г. Зерноград, Ростовская область)

*Представлены результаты исследований коллекционного питомника по урожайности зерна озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Выделен перспективный исходный материал для селекции на продуктивность.*

**Ключевые слова:** озимая пшеница, исходный материал, образец, продуктивность.

## Source material for breeding winter wheat high grain yield

Podgorny S. V.

*Presents the results of researches of a nursery on the crop capacity of winter wheat grain of different ecological and geographical origin. Promising starting material for selection on productivity.*

**Keywords:** winter wheat, starting material, sample, productivity.

Озимая пшеница принадлежит к числу наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур и занимает ведущее место в мире среди зерновых культур [1]. Ее возделывают во всех частях света, более чем в 80 странах мира и для большинства населения Земли она является главной продовольственной культурой.

При селекции озимой пшеницы, как и любой другой культуры, самым актуальным всегда был и остается вопрос об исходном материале [2]. Степень изученности исходного материала определяет уровень эффективности его использования в селекционном процессе при решении современных задач селекции [3].

В связи с этим особое значение для реализации селекционных программ имеют источники важнейших хозяйственно-ценных и биологически полезных признаков.

Урожайность любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и озимой пшеницы, — это интегральный количественный признак, который прямо влияет на экономику хозяйства и характеризует тот или иной сорт [4].

В условиях юга Ростовской области в 2010–2012 годах было изучено 310 сортообразцов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР, коллекции СИММУТ, сортов и линий собственной селекции и других научно-исследовательских учреждений с целью выделения лучших образцов для использования в качестве исходного материала. В результате отобраны образцы для селекции на зерновую продуктивность условиях юга Ростовской области.

В среднем за период изучения в коллекционном питомнике максимальную урожайность сформировали следующие образцы: Ростовчанка 5, Донская лира, 1308/06 (Россия), Vdala, Zemlychka, Shestopalivka, Vinnychanka, Perlyna Lisostepu, Zamozhnist, Bohdana (Украина), Zhong Pin1504 (Китай), KS 93U41 (США), №64MV 09–04 (Венгрия), №74 СИММУТ (Румыния) превысившие стандартный сорт Зерноградку 10. Выделившиеся образцы кроме высокой зерновой продуктивности обладают и другими хозяйственно-ценными признаками (табл. 1).

**Таблица 1. Характеристика лучших по урожайности образцов озимой пшеницы коллекционного питомника, 2010–2012 гг.**

Образцы	Урожайность, г/м <sup>2</sup>	Оценка перезимовки, балл	Дата колошения (май)	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Содержание в зерне, %		Поражение болезнями	
						белка	клейковины	бурая ржавчина, %	мучнистая роса, балл
Зерноградка 10, st	654	4,8	19	83,1	4,3	15,8	27,3	5-10	1,0–1,5
Perlina Lisostepu	793	4,9	21	93,0	5,0	15,3	29,6	5-10	0,1–1,0
Zemlychka	786	4,8	20	78,9	5,0	14,5	26,3	40-50	1,0–1,5
Bohdana	782	4,8	21	88,9	4,3	15,1	27,5	50-60	0,1–1,0
Zamozhnist	773	4,8	21	86,3	5,0	14,9	25,4	40-50	1,0

Продолжение таблицы 1

Образцы	Урожайность, г/м <sup>2</sup>	Оценка перезимовки, балл	Дата колошения (май)	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Содержание в зерне, %		Поражение болезнями	
						белка	клейковины	бурая ржавчина, %	мучнистая роса, балл
Vinnychanka	761	4,8	21	84,7	4,2	15,6	25,9	20-30	0,1–1,0
Shestopalivka	756	4,8	18	82,5	4,7	16,0	29,2	20-30	0,1–1,0
Vdala	751	4,9	20	81,1	5,0	16,1	25,6	40-50	1,0–1,5
Донская лира	764	5,0	18	80,5	5,0	15,7	27,4	10-20	1,5–2,0
1308/06	738	4,8	19	82,8	5,0	16,5	29,4	5-10	1,0–1,5
Ростовчанка 5	742	4,9	19	73,8	5,0	15,3	27,3	0-5	0,1–1,0
MV 09-04	753	5,0	20	81,1	5,0	16,2	28,2	30-40	0,1–1,0
KS 93 U 41	751	5,0	18	87,1	4,9	15,3	28,3	40-50	1,0–1,5
Zhong Pin1504	736	4,8	19	85,6	5,0	14,1	22,3	40-50	0
№74 CIMMYT	741	5,0	20	73,0	5,0	16,0	28,7	20-30	0,1–1,0

Выделенные генетические источники высокой зерновой продуктивности активно используются в селекционных программах по озимой мягкой пшенице интенсивного типа во ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко, на их основе создается новый исходный материал.

Литература:

1. Вавилов, Н. И. Растениеводство [Текст]/Под ред. Н. И. Вавилова. — М.: Колос, 1975. — 240 с.
2. Подгорный, С. В. Инновационные разработки молодых ученых для развития АПК [Текст]/С. В. Подгорный — Сб. ст. международной научно-практической конференции — Краснодар, 2014. — 164 с.
3. Резникова, Л. Г. Изучение мировой коллекции [Текст]/Л. Г. Резникова //Селекция и генетика пшеницы: Сб. науч. тр./КНИИСХ. — Краснодар, 1982.
4. Романенко, А. А. Биологические и экономические основы совершенствования семеноводства зерновых культур на Северном Кавказе [Текст]/А. А. Романенко. — Краснодар, 2005. — 263 с.

## Метод отбора исходного материала для селекции сои с повышенной устойчивостью к пепельной гнили и фузариозному увяданию

Саенко Галина Михайловна, научный сотрудник, кандидат биологических наук  
Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта

Приведено описание нового метода создания исходного материала для селекции сои с повышенной устойчивостью к возбудителям пепельной гнили (*M. phaseolina*) и фузариозного увядания (*Fusarium* spp.). Метод основан на оценке осмотического давления клеточного сока (ОДКС) растений сои в критические периоды по влагообеспеченности, позволяющий выделить формы растений с осмотическим давлением клеточного сока (цитозоля) в тканях, находящимся в диапазоне значений между 670–930 кПа, и препятствующим патогенной активности возбудителей обеих болезней в тканях растения-хозяина.

**Ключевые слова:** соя, устойчивость к возбудителям болезней, пепельная гниль, фузариозное увядание, осмотическое давление цитозоля

## The method of seeds development for soybean breeding with increased resistance to charcoal rot and fusarium wilt

Saenko G. M.

In article the description of a new method of seeds creation for soybean breeding with increased resistance to pathogenic agent of Charcoal rot (*M. phaseolina*) and Fusarium wilt (*Fusarium* spp.) is resulted. The method is based on an estimation of cellular sap' osmotic pressure (CAOP) in plant tissues during the critical periods of pod formation and seed filing, allowing to allocate forms of plants with osmotic pressure being in a range of values between 670 and 930 kPa.

**Key words:** soybean, resistance to pathogenic of diseases, charcoal rot, fusarium wilt, cellular sap' osmotic pressure

Увеличение посевных площадей под соей, в свою очередь, сопровождается увеличением распространения таких болезней как пепельная гниль, возбудителем которой является гриб *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., и фузариозное увядание — возбудителем которого являются некоторые виды грибов из рода *Fusarium* [1, 3, 6]. Возбудители этих болезней имеют широкую зону распространения. Ведущими исследователями в области фитопатологии признано, что пепельная гниль является болезнью механической закупорки сосудов ксилемы растения-хозяина в условиях дефицита влаги в почве [4, 5, 7, 8]. Факультативный гриб *Fusarium* spp., является опасным патогеном, способным вызывать корневые гнили всходов и взрослых растений, загнивание плодов и семян, трахеомикозное увядание растений в период цветения и формирования плодов, что в свою очередь приводит к гибели всего растения сои [2, 4].

Наша задача заключалась в разработке метода создания исходного материала для селекции сои с повышенной устойчивостью к возбудителю пепельной гнили *M. phaseolina* и возбудителям фузариозного увядания — *Fusarium* spp. без использования искусственных инфекционных фонов или искусственного заражения растений этими патогенными грибами. Основным критерием отбора было выделение форм растений с осмотическим

давлением цитозоля в их тканях в критические по потреблению воды периоды плодообразования и налива семян, препятствующим образованию микросклероциев пепельной гнили в сосудистых системах побегов и развитию мицелия гриба рода *Fusarium*.

Исследования проводили на центральной экспериментальной базе ФГБНУ ВНИИМК в 2007–2009 гг. на 11-ти сортах сои различного происхождения и разных групп созревания, а также на 2-х гибридных популяциях F<sub>1</sub>, полученных с участием родительских форм с различной засухоустойчивостью и степенью адаптации к местным условиям выращивания.

При изучении осмотического давления клеточного сока внутри мицелия возбудителей пепельной гнили и фузариозного увядания было установлено, что рост гриба *M. phaseolina* прекращается при осмотическом давлении (ОД) среды около 930 кПа. Такой уровень ОД среды нами принимался за критический уровень ОДКС исследуемого гриба. Дальнейшее увеличение ОД питательной среды приводило к полной гибели мицелия данного возбудителя.

Аналогичные исследования особенностей роста мицелия грибов *Fusarium* spp. на примере вида *F. solani* (Mart.), позволили установить, что критическое ОДКС для возбудителя фузариозного увядания составляет 670

кПа. ОД среды выше этого уровня приводило к деградации и гибели мицелия *F. solani*.

Проведённая в течение трёх лет оценка ОДКС прикорневой, наиболее поражаемой патогенами части главных побегов растений различных сортов сои, свидетельствует о наличии генотипических различий в онтогенетической динамике ОДКС. Так, ткани растений всех сортов были максимально оводнены на начальных этапах развития. ОДКС в фазу формирования 1-го настоящего листа варьировала в пределах 380–560 кПа. При дальнейшем развитии растений до фаз плодообразования и налива семян в плодах отмечали последовательное возрастание ОДКС тканей. В эти фазы все исследуемые сорта по ОДКС разделились на три основных типа: тип А — ОДКС сортов превышает критическое ОДКС возбудителя пепельной гнили (930 кПа); тип В — ОДКС этой группы сортов не достигает критического уровня 930 кПа, но находится выше критического ОДКС для возбудителя фузариозного увядания, составляющего около 670 кПа; тип С — ОДКС сортов не превышает 670 кПа.

Одновременно с определением ОДКС тканей растений исследуемых сортов для оценки распространённости болезни (Р) подсчитывали количество поражённых пепельной гнилью и фузариозом растений каждого сорта. Кроме того по 5-бальной шкале развития болезни (R) определяли, в какой степени поражены растения.

В результате наших исследований был разработан метод создания исходного материала для селекции сои с повышенной устойчивостью к возбудителям пепельной гнили и фузариозного увядания. Метод основан на оценке осмотического давления клеточного сока растений сои в критические периоды бобообразования и налива семян, и позволяет выделить формы растений с осмотическим давлением цитозоля в тканях, находящимся в диапазоне значений между 670 и 930 кПа. Нижний предел ОДКС сои должен превышать критические для возбудителя фузариозного увядания значения этого показателя (670 кПа), одновременно ОДКС не должен превышать верхний предел диапазона (930 кПа), являющийся критическим для возбудителя пепельной гнили и приводящий к массовому формированию микросклероциев этого гриба, что приводит к закупорке сосудов ксилемы.

#### Литература:

1. Мякушко, Ю. П., Баранов В. Ф. Соя. — М.: Колос, 1984. — с. 253–254.
2. Пересыпкин, В. Ф., Киринов М. П., Лесовой Н. Н. Болезни сельскохозяйственных культур // Болезни зерновых и зернобобовых культур. — Киев: Урожай, 1989. — Т. 1. — 213 с.
3. Пидопличко, Н. М. Определитель: грибы-паразиты культурных растений. — Киев: НауковаДумка., 1977. — Т. 2. — 299 с.
4. Подкина, Д. В., Лавриченко О. А. Болезни сои на Кубани // Масличные культуры. — 1982. — №5. — с. 30–32.
5. Саенко, Г. М., Зеленцов С. В., Пивень В. Т. Роль водного стресса в формировании микросклероциев *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. в тканях сои // Масличные Культуры. Науч.-техн. бюллетень ВНИИМК., 2008. — Вып. 1 (138). — с. 53–57.
6. Соя: биология и технология возделывания. Краснодар: Изд-во «Советская Кубань», 2005. — 433 с.
7. Тихонов, О. И., Неделько В. К. Пепельная гниль подсолнечника и меры борьбы с ней // Вредители и болезни масличных культур (сборник научных работ). — Краснодар, 1978. — 21–24.
8. Wyllie, T. D., Brown M. F. Ultrastructural formation of sclerotia of *Macrophomina phaseolina* // Phytopathology. — 1970. — vol. 60. — P. 524–528.

## Сохранение сортового и видового биоразнообразия семян лекарственных и ароматических культур

Свиштунова Наталья Юрьевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник  
Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений

*Исследовано влияние длительного хранения семян лекарственных и ароматических растений на физиологические характеристики семян и полученных из них проростков. При хранении коллекции семян лекарственных растений в контролируемых условиях возникает необходимость в оценке их посевных качеств с целью сохранения коллекции и выявления срока посева. В результате исследований, показано, что наилучшими условиями для длительного хранения семян лекарственных и ароматических растений является температура воздуха –18 °С и относительная влажность воздуха 5%.*

**Ключевые слова:** лекарственные растения, сорта лекарственных растений, коллекция семян, хранение семян, посевные качества семян, всхожесть, долговечность.

## Preservation of medicinal and aromatic plants seeds biodiversity

Svistunova N. Y.

*Long-term storage of medicinal and aromatic plants seeds influence on physiological characteristics of seeds and derived from them seedlings was investigated. While storage of medicinal plants' seeds under monitored conditions there is a necessity to evaluate their sowing qualities with the target of collection preservation and determination of seeding time. As a result of investigation it was demonstrated that the best medicinal and aromatic plants seeds long-term storage conditions are ambient temperature  $-18^{\circ}\text{C}$  and atmosphere relative humidity 5%.*

**Keywords:** medicinal plants, varieties of medicinal plants, seed collection, seed storage, sowing qualities of seeds, germination and longevity.

В настоящее время одним из самых распространенных и эффективных способов сохранения большинства видов растений является долговременное хранение растительного материала в виде семян. [1, с. 675]. В ВИЛАРе создан обширный оригинальный генетический материал лекарственных, ароматических, гомеопатических, редких и исчезающих видов растений, который требует систематизации, единого учета, сохранения и пополнения в виде коллекций генетических ресурсов [2, с. 43-46].

Цель исследования заключалась в выявлении возможности долгосрочного, гарантированного сохранения уникальной коллекции сортовых семян лекарственных и ароматических растений, для обеспечения биоресурсной безопасности страны путем рационального использования сохраняемого растительного разнообразия с последующим изучением основных биоморфологических особенностей и посевных качеств семян, а также их долговечности.

Исследования по определению всхожести, влажности и массы 1000 семян проводили в трехкратной повторности согласно общепринятым методикам. Хранение оригинальных и элитных семян из активных и базовых коллекций осуществляется в пакетах из полиэтиленовой пленки толщиной 200 мкм, что обеспечивает постоянную влажность воздуха при хранении. Проращивание семян проводили в термостатах, в темноте, на ложе из фильтровальной бумаги в чашках Петри. Изучение биоморфологических особенностей семян проводили в соответствии с ГОСТ Р 51096–97 [3, с. 14-24].

Одним из наиболее приоритетных направлений является сохранение и поддержание генофонда сортов и улучшенных популяций, созданных селекционерами-лекарственниками на протяжении полувека. Первостепенная задача состоит в том, чтобы не потерять то, что сделано нашими предшественниками. В связи с тем, что не всегда есть возможность поддержания коллекции сортов лекарственных культур, осуществляется долговременное сохранение этой уникальной коллекции в виде семян. Коллекция семян лекарственных и ароматических растений постоянно пополняется видами, полученными как по обменному фонду, так и в экспедициях. Реестр семян включает 62 семейства, 252 рода и 418 видов. Изучены биологические особенности семян лекарственных растений, заложенных

на длительное хранение при разных температурных режимах ( $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $0+5^{\circ}\text{C}$  и  $+20-22^{\circ}\text{C}$ ). В результате исследований было установлено, что сроки хранения семян лекарственных и ароматических культур зависят от температуры их хранения и биологических особенностей культуры.

В 2014 г. проведено исследование влияния долговременного хранения семян лекарственных культур на их способность к прорастанию. При этом осуществлялась оценка проростков сортовых семян ноготков лекарственных, а именно измерение длины корешка, массы проростков. В результате предварительных экспериментов было установлено, что длительность хранения не повлияла на изучаемые характеристики проростков. Кроме того, с целью выявления оптимальных методов определения всхожести семян новых интродуцируемых видов, изучается влияние различных режимов проращивания (постоянные:  $+10$ ;  $+20$ ;  $+30$ , переменные:  $+10/20$ ;  $+20/30$  и резко колеблющиеся температуры:  $+10/30$ ). Предварительные результаты показали, что семенам таких видов, как зюзник высокий, зюзник европейский, серпуха венценосная и ослинник двулетний необходимы резко колеблющиеся температуры для прорастания семян, а именно  $+10^{\circ}\text{C}$  в течение 8 часов и  $+30^{\circ}\text{C}$  в течение 16 часов; семена большинства эфиромасличных видов прорастают при постоянной температуре  $+25+30^{\circ}\text{C}$ .

Результаты полученных экспериментальных данных показали, что на сохранение всхожести семян лекарственных культур значительное влияние оказывают температура и длительность хранения. Лучшими температурными режимами для хранения семян, при которых сохраняется хозяйственная долговечность, являются  $0+5$  и  $-18^{\circ}\text{C}$ . Установлено, что семена тмина, хранящиеся при температуре  $+20...+22^{\circ}\text{C}$ , теряют всхожесть уже после 1 года хранения, тогда как при низких положительных температурах даже после 12 лет хранения всхожесть соответствует требованиям ГОСТ, предъявляемым к репродукционным семенам тмина обыкновенного.

В целом, показано, что долговременное сохранение уникальной коллекции семян сортов и видов лекарственных растений возможно при температуре воздуха  $-18^{\circ}\text{C}$  и постоянной влажности воздуха, что обеспечивается герметичной упаковкой семян (полиэтиленовые пакеты толщиной 200 мкм).

Литература:

1. Кершенгольц, Б. М., Жимулев И. Ф., Гончаров Н. П., Чжан Р. В., Филиппова Г. В., Шеин А. А., Прокопьев И. А.. Сохранение генофонда растений в условиях вечной мерзлоты: состояние, преимущества, перспективы. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. № 16 (3). с. 675–682.
2. Свистунова, Н. Ю., Тоцкая С. А., Грязнов М. Ю., Хазиева Ф. М. Влияние различных условий хранения на долговечность семян зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) коллекции ГНУ ВИЛАР: сб. науч. тр. // «Молодые ученые и фармация XXI века». М.: 2014. с. 43–46.
3. ГОСТ Р 51096–97. Семена лекарственных и ароматических культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия. 1997. с. 14–24.

## Создание исходного селекционного материала клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) методом полиплоидизации

Старшинова Ольга Андреевна, научный сотрудник;  
Новоселов Михаил Юрьевич, доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом  
Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса

*Рассматривается использование метода полиплоидизации для создания тетраплоидных аналогов высокогетерозисных гибридов F, которые были сформированы при гибридизации географически отдаленных форм клевера лугового и сортов отечественной селекции Ранний 2 и ВИК 7.*

**Ключевые слова:** клевер луговой, гибридизация, гетерозис, полиплоидия, тетраплоиды, миксоплоиды, морфо-биологические характеристики.

## The creation of red clover (*Trifolium pratense* L.) initial breeding material by using the method of polyploidization

O. A. Starshinova, M. Yu. Novosylov

*Application of polyploidization method for development the tetraploid analogues of hybrids with high level of heterosis has been described in the study. These hybrids were obtained by crossing of the geographically distant red clover forms and varieties Ranniy 2 and VIK 7 of domestic breeding.*

**Key words:** red clover, hybridization, polyploidy, tetraploids, mixoploids, morphological and biological properties.

Производство высококачественных кормов на пахотных землях — один из основных факторов развития животноводства и производства наиболее ценных продовольственных ресурсов [1, с. 3]. В Нечерноземной зоне России самым доступным для любого хозяйства источником создания прочной кормовой базы, увеличения производства растительного белка являются посевы многолетних трав, в первую очередь, клевера лугового [2, с. 1]. Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), наиболее широко используемая в отечественном травосеянии бобовая культура, богат белками, отличается высоким содержанием витаминов и каротина в листьях. Он является одной из лучших кормовых трав по зольности, способен к биологической фиксации азота из воздуха, служит лучшим предшественником для многих сельскохозяйственных культур [3, с. 3].

Одной из главных задач повышения роли клеверосеяния является создание новых сортов, сочетающих раннеспелость с высокой зимостойкостью, обладающих высокой кормовой и семенной продуктивностью. Это достигается путем эффективного использования методов селекции, в частности, полиплоидии [2, с. 7]. Полиплоидные растения имеют целый ряд преимуществ по сравнению с диплоидами, среди которых — более широкий размах изменчивости многих количественных и качественных признаков, повышенная урожайность вегетативной массы, более высокая устойчивость к заболеваниям, зимостойкость, улучшенные посевные качества за счет укрупнения семени и увеличения в них количества питательных веществ [3, с. 61; 4, с. 42]. Наиболее существенный недостаток тетраплоидных форм — пониженная семенная продуктивность.

Таблица 1. Сравнительная оценка тетраплоидных и диплоидных генотипов по морфо-биологическим показателям (СТК, 2014 г.)

Плоидность образца	Размер головки, см		Размер цветка, см		Размер листовой пластинки, см		Толщина стебля, см	Масса 1000 семян
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина		
Диплоиды	2,50	2,95	1,74	0,32	3,53	6,32	0,30	2,17
Тетраплоиды	3,02	3,40	1,92	0,40	4,50	8,40	0,44	2,90
% к диплоидам	120	115	110	125	127	132	146	133

Одним из способов решения этой проблемы является использование в гибридизации географически отдаленных форм клевера, для получения гибридов с высоким гетерозисным эффектом.

Так, в наших исследованиях для получения высокогетерозисного диплоидного материала в качестве отцовских форм были использованы дикорастущие образцы из стран южного полушария (Чили, Южная Африка, Новая Зеландия, Уругвай), северных регионов страны (Магадан, Бурятия) и образец №226 с маркером белоцветковости соцветий, а в качестве материнских — линейный материал I<sub>5</sub> селекционных сортов Ранний 2 и ВИК 7. Из полученных гибридных комбинаций F<sub>1</sub> были отобраны лучшие образцы с высоким гетерозисным эффектом [5, с. 135-140]. Для закрепления гетерозисного эффекта отобранные лучшие гибриды были переведены на тетраплоидный уровень при помощи алкалоида колхицина (концентрация 0,4%) методом вакуум-фильтрации [6, с. 23].

Выращенные растения C<sub>0</sub> поколения представляют собой соматические полиплоиды или генетические химеры с образованием миксоплоидных тканей, как в вегетативной, так и в генеративной сферах, что приводит к формированию гаплоидной и диплоидной пыльцы. Исходя из этого, отбор миксоплоидных соцветий проводили по форме и размерам пыльцевых зерен. Собранный пыльцу наносили на предметное стекло и просматривали под микроскопом при увеличении x400, отбирались только те соцветия, где пыльцевые зерна имели неправильную форму и значительно большие размеры [6, с. 24].

Литература:

1. Состояние и перспективы производства кормов на полевых землях Российской Федерации/Л.С. Орси́к, В.Г. Рябов, А.С. Шпаков, Ю.К. Новоселов, В.В. Рудоман. Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 108 с.
2. Новоселов, М.Ю. Селекция клевера лугового (*Trifolium pratense* L.). М., 1999. 184 с.
3. Навалихина, Н.К. Генетические основы селекции тетраплоидного клевера красного. Киев: изд-во «Наукова Думка», 1973. 132 с.
4. Основные виды и сорта кормовых культур: Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра/В.М. Косолапов, З.Ш. Шамсутдинов, Г.И. Ившин, Г.Ф. Кулешов, М.Ю. Новоселов, А.С. Новоселова и др.. М.: Наука, 2015. 545 с.
5. Новоселов, М.Ю. Создание селекционного материала клевера лугового с высоким гетерозисным эффектом/М.Ю. Новоселов, О.А. Старшинова, О.С. Матвеева // Животноводство и кормопроизводство: теория, практика и инновация: материалы международной научно-практической конференции/Алматы: ТОО «Комплекс», 2013. с. 135–140.
6. Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера/. Москва, 2002. 72 с.

Отобранные тетраплоидные соцветия скрещивались между собой по вариантам для получения семенного потомства C<sub>1</sub> поколения. Далее были проведены исследования по отбору истинных тетраплоидных форм в C<sub>1</sub> поколении с использованием цитологического анализа пыльцевых зерен и морфо-биологических характеристик растений.

Полиплоидные гибриды имели хорошую лабораторную всхожесть 88–96% и выживаемость 85–96%. В ходе оценки в C<sub>1</sub> поколении было отобрано 122 тетраплоидных генотипа: из образца №14 — 55%, №15 — 88%, №19 — 55%, №23 — 35%, №25 — 96%.

Была проведена сравнительная оценка диплоидных и тетраплоидных форм клевера лугового по основным морфо-биологическим показателям (табл. 1).

Исходя из данных табл. 1, видно, что тетраплоидные генотипы превосходили свои диплоидные аналоги по следующим показателям: по площади листовой пластинки на 27–32%, по размеру головки — на 15–20%, по размеру цветка — на 10–25%, по толщине стебля — на 46%, по массе 1000 семян — на 33%.

Таким образом, в результате отбора и гибридизации в C<sub>1</sub> поколении были сформированы тетраплоидные аналоги перспективных гибридов F<sub>1</sub>, которые будут в дальнейшем оценены по основным хозяйственно-биологическим признакам в сравнении с исходными диплоидными сортами Ранний 2, ВИК 7 и наиболее продуктивным тетраплоидным сортом Марс.

## Применение SSR и REMAP маркеров в генотипировании сортов сливы домашней

Степанов Илья Владимирович, младший научный сотрудник  
Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства

*В данной работе представлены результаты апробации новых REMAP маркеров для генотипирования сортов сливы домашней и отечественной и зарубежной селекции, а также результаты генотипирования по 2 SSR маркерам, проявившим более высокий уровень полиморфизма в сравнении с апробированными REMAP маркерами.*

**Ключевые слова:** слива домашняя, ДНК-маркеры, REMAP, SSR

## Use of SSR and REMAP markers in genotyping European plum varieties

Stepanov I. V.

*In this work presents the results of genotyping varieties of European plum domestic and foreign selection with use new REMAP markers, as well as the results of genotyping 2 SSR markers who have demonstrated a higher level of polymorphism in comparison with proven REMAP markers.*

**Keywords:** European plum, DNA markers, REMAP, SSR

Для современной селекции плодовых культур актуально внедрение практики использования молекулярных маркеров как на этапе оценки генресурсов, так и последующего селекционного отбора гибридных форм. К одним из наиболее перспективных локус-специфичных ДНК-маркерам относят микросателлитные маркеры (SSR). Среди мультилокусных маркеров выделяется маркерные системы, основанные на полиморфизме транспозонных вставок в геном. В частности REMAP маркер позволяет проводить анализ полиморфизма участков генома расположенных между вставками транспозонов и микросателлитными последовательностями. Целью данной работы является разработка REMAP маркеров для генотипирования сортов сливы домашней и сопоставление результатов REMAP и SSR генотипирования.

**Методы и материалы.** Материалом исследования послужили 8 сортов сливы домашней отечественной и зарубежной селекции: Краснодарская, Ренклод Альтана, Герцог, Кубанский карлик, Подруга, Милена, Кабардинская ранняя, Стэнлей. Экстракция ДНК проводилась с использованием СТАВ-метода.

**SSR-генотипирование.** В состав ПЦР смеси входили 50 нг ДНК, 0,25мМ dNTPs, 0,2 мМ каждого праймера; 2,5 мкл 10-кратного реакционного буфера, 1 единица Taq-полимеразы, в общем объеме реакционной смеси 25 мкл. ПЦР-программу проводили по следующей схеме: 3 мин. при 94°C, 35 циклов: 45 с. при 94°C, 45 с. при 58°C, 45 с. при 72°C; последний цикл 4 мин. 30 с. при 72°C. Анализ размеров амплифицированных фрагментов проводили на автоматическом генетическом анализаторе ABI prism 3130.

**REMAP-генотипирование.** Концентрация компонентов ПЦР-смеси: 1X буфер, 2,5 мМ dNTP, 3 мМ MgCl<sub>2</sub>, 0,75 мМ IRAP праймера (Cass2) и 0,75 мМ ISSR праймера, 1 ед. ДНК-полимеразы, 20 нг ДНК на одну реакцию. Параметры проведения ПЦР по REMAP маркерам: 3 мин. при 94°C; 20 циклов включающие следующие этапы: 40 с. при 94°C, 40 с. при 50°C в первом цикле с последующим увеличением температуры на 0,5°C в каждом новом цикле, 2 мин. при 72°C; 16 циклов включающие следующие этапы: 40 с. при 94°C, секунд при 60°C, 2 минуты при 72°C; последний цикл 5 мин. при 72°C. Электрофорез проводили в 2% агарозном геле в течении 1 часа при напряжении 120 вольт. Визуализация продуктов проводилась бромистым этидием в ультрафиолете.

**Результаты.** На основе полиморфного IRAP маркера Cass2, были разработаны REMAP маркеры, включающие ISSR маркеры UBC 864, UBC 849 и UBC 841. Комбинации праймеров Cass2 + UBC 864 и Cass2 + UBC 849 дали четкие, однако, мономорфные продукты амплификации у изученных восьми сортов сливы домашней (Рисунок). При проведении генотипирования по маркеру Cass2 + UBC 841 было выявлено большое количество фрагментов, включая ряд минорных компонентов, что существенно снижает перспективность его дальнейшего использования. Таким образом, необходимо продолжение апробации различных комбинаций праймера Cass2

**SSR-генотипирование** сортов сливы домашней выполнили по 2 SSR маркерам, сгруппированным в мультиплексный набор. При общем анализе аллельного состава по исследуемым SSR-локусам у приведенных сортов

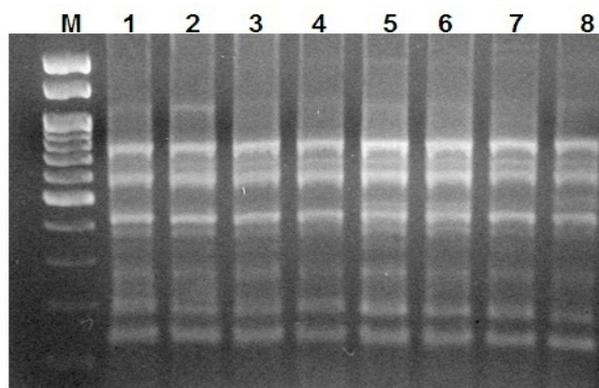


Рис. 1. Генотипирование сортов сливы домашней по маркеру *Cass2 + UBC 864*

Условные обозначения: М — маркер молекулярного веса, 1–8 — сорта сливы домашней.

Таблица 1. Микросателлитные ДНК-профили изученных сортов сливы домашней (размеры аллелей указаны в парах нуклеотидов)

Сорта	ВРССТ002	Ps12a02a
Краснодарская	173,178,184	164,168,170,172,174
Ренклюд Альтана	178,184,188,192,196,220	157,160,164,172
Герцог	184,190,192,196,210	156,162,166,168,172,180
Кубанский карлик	178,184,192,194,208	157,160,168,174
Подруга	173,188,190,194	158,174,186
Милена	178,220,226	160,166,168,170,172
Кабардинская ранняя	178,192,196,220,226	160,164,168,170
Стенлей	178,183,192	160,170,172

сливы обнаружилось, что каждый из сортов обладает индивидуальным набором аллелей по каждому маркеру.

Диапазоны размеров аллелей соответствуют литературными данными. Оба SSR маркера, объединенных в мультиплексный набор, показали высокий уровень полиморфизма на сортах сливы домашней. Для более точной интерпретации полученных сведений по полиморфизму SSR локусов необходимо увеличить выборку сортов.

Выводы. Таким образом, высокий уровень полиморфизма выявленный в ходе SSR-генотипирования свидетельствуют о эффективности применения использованных в работе SSR-маркеров. Тем не менее, для проведения резульативного REMAP-генотипирования требуется продолжить поиск полиморфных маркеров позволяющих однозначно и достоверно интерпретировать полученные результаты.

## Использование микросателлитных ДНК-маркеров для создания генетической базы данных генофонда плодовых культур юга России

Супрун Иван Иванович, кандидат биологических наук, зав. лабораторией;  
Токмаков Сергей Вячеславович, кандидат биологических наук, научный сотрудник;  
Степанов Илья Владимирович, младший научный сотрудник;  
Балапанов Ильнур Маликович, младший научный сотрудник;  
Ильницкая Елена Тарасовна, кандидат биологических наук, зав. лабораторией  
Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства

*Выполнены исследования по анализу полиморфизма микросателлитных локусов в генетических ресурсах плодовых культур Юга России. На основе полученной экспериментальной информации создана пополняемая база данных SSR-фингерпринтов изученных генотипов, включающая информацию об идентифицированных аллелях, использованных в работе SSR-маркеров.*

**Ключевые слова:** генетическое разнообразие, коллекции генетических ресурсов, *Malus*, *Prunus*, *Pyrus*, микросателлитные ДНК-маркеры, мультиплексный анализ.

## Using of microsatellite DNA-markers for development of genetic database of fruit crops genetic resources in south region Russia

Suprun I. I., Tokmakov S. V., Stepanov I. V., Baklapanov I. M., Ilnitskaya E. T.

*The analysis of polymorphism of microsatellite loci in the genetic resources of fruit crops in southern Russia have been done. On the base of experimental data the newly created database SSR-fingerprints of studied genotypes, including information about identified alleles used in SSR-markers was established*

**Keywords:** genetic diversity, collections of genetic resources, *Malus*, *Prunus*, *Pyrus*, microsatellites, multiplex analysis.

Изучение биологического разнообразия является одним из наиболее важных научных направлений в генетике культурных растений. В настоящее время наиболее эффективными методами для изучения генетического разнообразия, выяснения филогенетических взаимосвязей на различных таксономических уровнях являются методы, основанные на использовании ДНК-маркеров. К наиболее информативным ДНК-маркерам относят микросателлитные последовательности ДНК (SSR). К одному из главных направлений наших исследований, наряду с изучением генетического разнообразия плодовых культур является формирование генетической базы данных ДНК-паспортов образцов из коллекций генофонда плодовых культур Северного Кавказа, включающей SSR-фингерпринты изученных генотипов.

Материалом для исследований являются современные сорта плодовых культур и автохтонные сорта Северного Кавказа, и других регионов РФ, а также республик бывшего СССР, представленные в коллекциях генетических ресурсов Юга России. Кроме того, в исследования вовлечены видовые образцы указанных родов плодовых культур.

Исследования выполняются при научной кооперации с МОСВИР (г. Майкоп) и Дагестанской опытно селекционной станцией (г. Буйнакск). В работе используется 25 SSR маркеров для рода *Malus*; 22 для рода *Prunus*; 19 для рода *Pyrus*. Фрагментный анализ выполняется на автоматическом генетическом анализаторе ABI prism 3130, с последующей обработкой данных в программе Gene Mapper 4.1.

### Результаты исследований.

В ходе выполнения исследований SSR-маркеры, используемые в работе, с учетом температуры отжига праймеров и диапазона размеров продуктов амплификации были сгруппированы в мультиплексные наборы, представленные в таблице 1.

Для каждого маркера в мультиплексном наборе были использованы специфичные флуоресцентные красители: FAM, R6G, ROX или TAMRA, имеющие разные оптические спектры флуоресценции, что позволяет проводить в одной реакции одновременную идентификацию нескольких фрагментов. В таблице 1 представлены данные о мультиплексных наборах, сформированных и апробированных в ходе выполнения исследований.

Таблица 1. SSR-маркеры и мультиплексные наборы, используемые для SSR-паспортизации генофонда плодовых культур

Malus	Prunus	Pyrus
1) CH01d03+CH02c02a+SdSSR	1) CPSCT004+BPPCT007+BPPCT028	1) EMPc108+EMPc117+EMPc115
2) CH05e03+CH03a04+CN581493	2) UDP98-412+BPPCT037+BPPCT023	2) GD142+BGT23b
3) Hi16d02+CH04e03+CN445290	3) CPPCT044+CPPCT040	3) CH01h01+CH01f07a+Ch01d08
4) CH01h10+CH01h01+CH01f03b+CH02c06	4) BPCCT002+Ps12a02a+UDP98-409	4) CH03d12+EMPc11+CH03g07
5) VfC+CH05f06+CH04e05+CH02d08	5) CPPCT022+UDP98-407+UDP98-410	5) CH05C06+CH02B10+Nh011b
6) Hi02C07+GD147+CH01f02+CH02c11	6) UDP98-022+EMPaS06+UDP96-018	6) NH044a+NH015a+GD96
7) CH04c07+GD12+CH03d07+CH02C09	7) UDP96-008+BPPCT038+CPPCT006	
	8) EMPaS02+EMPaS01	

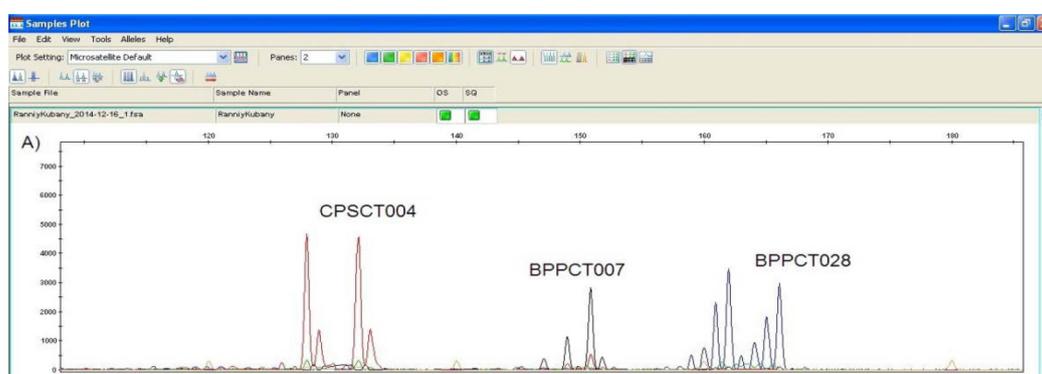


Рис. 1. Результаты фрагментного анализа сорта персика Ранний Кубани по мультиплексному набору, включающему SSR — маркеры CPSCT004, BPPCT007 и BPPCT028

Мультиплексный анализ позволяет выполнять анализ одновременно по нескольким локусам (от двух до четырех), что значительно повышает экономическую эффективность SSR-генотипирования. На рисунке 1, для примера приведен пример фрагментного анализа на автоматическом генетическом анализаторе ABIprism 3130 по одному из мультиплексных наборов.

Два пика/фрагмента по маркерам CPSCT004 и BPPCT028 свидетельствует о гетерозиготности микросателлитных локусов, присутствие только одного фрагмента по маркеру BPPCT007 — о гомозиготности.

Для выполнения SSR-генотипирования создан пополняемый банк образцов ДНК. На данный момент он включает порядка 530 образцов ДНК сортов и сортовых образцов плодовых: из них 190 сортов и 17 видовых образцов рода *Malus*, 98 сортовых и 16 видовых образцов рода *Pyrus*, около 200 сортовых образцов рода *Prunus*.

Результаты SSR-генотипирования, после обработки первичных данных фрагментного анализа с использованием программы Gene Mapper 4.1 вносятся в базу данных. Для каждого образца представлена информация о дате отбора и экстракции ДНК из журнала регистрации образцов (столбцы А, В), наименование образца (название сорта, видового образца) — столбец D и размеры аллелей SSR-локусов в парах нуклеотидов (Рисунок 2).

Наличие базы данных SSR-фингерпринтов позволяет в дальнейшем эффективно решать вопросы, связанные с генетической идентификацией образцов при возникновении спорных вопросов о генетической идентичности образцов, сортовой принадлежности посадочного материала. Кроме того, полученные данные используются в настоящее время для анализа генетического разнообразия коллекций генетических ресурсов изучаемых видов плодовых культур.



## Внутрипопуляционная изменчивость лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) под влиянием инокуляции

Толмачева Елена Викторовна, старший научный сотрудник;  
Дробышева Любовь Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;  
Зятчина Галина Павловна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. П. Вильямса

*Изучено влияние инокуляции специфичным активным штаммом *Rhizobium loti* на внутрипопуляционную изменчивость лядвенца рогатого по клубенькообразованию и накоплению сырой и сухой биомассы. Показана тесная взаимосвязь между количеством образовавшихся клубеньков и продуктивностью растений, которая может быть использована для оценки и отбора генотипов лядвенца рогатого с повышенной азотфиксирующей способностью.*

**Ключевые слова:** лядвенец рогатый, клубеньковые бактерии, азотфиксация, количество клубеньков, внутрипопуляционная изменчивость, генотип, сырая и сухая биомасса.

## Intrapopulation variability of *Lotus corniculatus* under the influence of inoculation

E. V. Tolmacheva, L. V. Drobisheva, G. P. Zyatchina  
Federal State Budget Organization «All-Russian Williams Fodder Research Institute»  
Lobnya, Moscow region

*The influences of inoculation by specific effective *Rhizobium loti* strain on the intrapopulation variability of birdsfoot trefoil on the nodules formation, as well as crude biomass and dry matter yields, have been studied. It was shown a close interaction between amount the formed nodules and plants productivity. These data can be used for estimation and selection of birdsfoot trefoil genotypes with improved nitrogen-fixing ability.*

**Keywords:** birdsfoot trefoil, nodule bacteria, nitrogen fixation, the nodules amount, intrapopulation variability, genotype, crude and dry biomass.

Использование современных методов в создании сортов нового поколения, отвечающих требованиям сельскохозяйственного производства, является основной задачей селекции. Лядвенец рогатый обладает комплексом ценных хозяйственно-биологических свойств. Он является мощным фиксатором азота, способным уже в 1-ый год жизни усваивать до 100 кг/га биологического азота. Однако при создании новых сортов культуры далеко не в полной мере реализуется генетический потенциал растения.

В связи с этим наши исследования были направлены на создание селекционного материала лядвенца рогатого с повышенной азотфиксирующей способностью. Решение этой задачи достигается использованием метода параллельной селекции, основанного на реализации симбиотического потенциала путем подбора комплементарных пар «штамм + сорт», формируемых из генотипов лядвенца рогатого и активных штаммов *Rhizobium loti*, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям. Этот метод был разработан и успешно реализован для культуры клевера лугового [1, с. 202-210].

Опыт проводился в контролируемых условиях при внесении стартовой дозы азота. В таких условиях накопление биомассы растений напрямую зависит от эффектив-

ности работы симбиотической системы [2, с. 372-375; 3, с. 365-368].

Цель настоящей работы — изучение внутрипопуляционной изменчивости лядвенца рогатого по некоторым морфологическим и симбиотическим признакам для выявления генотипов с повышенной азотфиксацией.

Материалом исследований служили районированный сорт лядвенца рогатого Луч и штамм *Rh. loti* Л<sub>ц</sub>—2, выделенный из местной почвенной микрофлоры, который в предварительных испытаниях оказался эффективнее коммерческого штамма 1802. В процессе опыта была проанализирована популяция, состоящая из 290 растений.

Количество клубеньков в изученной популяции лядвенца рогатого колебалось от 1 до 62 штук на растении, причем у 36,8% генотипов их количество составило 21 — 30 шт., что находится в пределах среднего показателя опыта (24 шт./раст.). Наибольшее число клубеньков (более 50) сформировалось лишь у 1% растений, которые и представляют наибольший интерес для дальнейшей селекционной проработки (рис. 1).

Так как азотфиксирующая способность растений не всегда напрямую связана с количеством клубеньков, а зависит в первую очередь от их активности, то необхо-

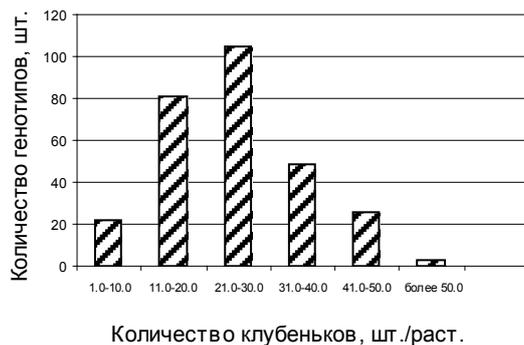


Рис. 1. Внутрипопуляционное варьирование количества клубеньков лядвенца рогатого при инокуляции штаммом *Rh. loti*

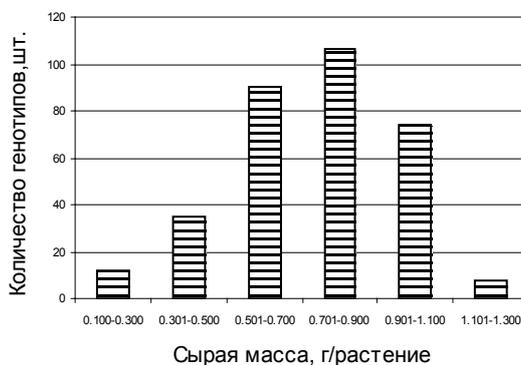


Рис. 2. Внутрипопуляционная изменчивость лядвенца рогатого по сырой массе при инокуляции штаммом *Rh. loti*

можно дать оценку популяции лядвенца рогатого по интегральному показателю азотфиксации, а именно накоплению сырой биомассы и сухого вещества.

В среднем по популяции сырая биомасса одного растения составила 0,712 г, при этом большая часть растений (68,8%) находилась в пределах этого значения с незначительными отклонениями в большую или меньшую сторону. Лишь небольшая часть изучаемых растений отличалась минимальными (3,0%) и максимальными (0,7%) показателями по сырой биомассе (рис. 2).

Аналогичные изменения в популяции отмечены и по накоплению сухой биомассы.

В процессе исследований установлена тесная взаимосвязь между накоплением сырой и сухой биомассы ( $r=0,87$ ), а также между количеством клубеньков и сырой и сухой биомассой ( $r=0,55$ ). Это дает основание проводить отбор генотипов лядвенца рогатого, отзывчивых на инокуляцию, по накоплению сырой биомассы и количеству клубеньков.

Таким образом, по результатам проведенной оценки было отобрано 14 генотипов, представляющих ценность для создания селекционного материала с повышенной азотфиксирующей способностью лядвенца рогатого, и получено семенное потомство.

#### Литература:

1. Дробышева, Л. В. Селекция клевера лугового на повышение азотфиксирующей способности/Л. В. Дробышева, Г. П. Зятчина // Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового. Москва, 2012. с. 202–210.
2. Капустина, Е. В. Влияние норм азота на азотфиксирующую способность лядвенца рогатого при инокуляции *Rhizobium loti*/Е. В. Капустина, Г. П. Зятчина, Л. В. Дробышева // IV Международная практическая конференция «Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений». Ульяновск, 2002. с. 372–375.
3. Капустина, Е. В. Особенности азотфиксирующей способности лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus*) при инокуляции *Rhizobium loti*/Е. В. Капустина, Л. В. Дробышева, Г. П. Зятчина // Стратегия адаптивной селекции полевых культур в связи с глобальным изменением климата. Саратов, 2004. с. 365–368.

## Эффективность генов устойчивости *Yr* к *Puccinia striiformis* west. на разных стадиях развития растений в условиях юга России

Шумилов Юрий Валерьевич, заведующий лабораторией, кандидат сельскохозяйственных наук;  
 Волкова Галина Владимировна, заведующий лабораторией, доктор биологических наук;  
 Короткова Татьяна Сергеевна, младший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

Оценена эффективность известных генов устойчивости *Yr* к популяции возбудителя желтой ржавчины пшеницы, распространенной на Северном Кавказе, на разных стадиях развития растений. Определены высокоэффективные и эффективные гены устойчивости *Yr*, обеспечивающие надежную защиту растения-хозяина.

**Ключевые слова:** пшеница, *Puccinia striiformis*, гены устойчивости *Yr*

## Effectiveness of *Yr*-resistance genes of wheat plants on different development stages to *Puccinia striiformis* west. under southern Russia conditions

Shumilov Yu. V., Volkova G. V., Korotkova T. S.  
 All-Russian research institute for biological plant protection, Krasnodar

Efficiency of *Yr*-resistance genes to the North Caucasian population of yellow rust pathogen on different development stages of wheat plants has been estimated. High effective and effective *Yr*-resistance genes maintaining reliable protection were determined.

**Keywords:** wheat, *Puccinia striiformis*, *Yr* resistance genes

Одним из вредоносных заболеваний пшеницы является желтая ржавчина, вызываемая грибом *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. Патоген снижает урожай, качество семян, может вызвать 100% потерю урожая при наличии оптимальных погодных условий [1, 2, 3].

В последние годы частота возникновения заболевания на Северном Кавказе возросла, что связано с возделыванием восприимчивых сортов, образованием агрессивных рас, изменением климата в регионе, заносом инфекции с сопредельных территорий [4].

Целью наших исследований являлась оценка эффективности известных генов устойчивости *Yr* и их комбинаций к *P. striiformis* на разных стадиях развития растений по типу реакции, в баллах [5], и степени поражения растений, в % [6].

На юге России более половины ювенильных генов устойчивости неэффективны против возбудителя желтой

ржавчины пшеницы. Однако имеются гены, проявляющие абсолютную устойчивость к патогену на стадии всходов. Это гены устойчивости *Yr* и их комбинации:  $2+3a+4a+Yam$ ,  $3a+4a+D+Dru+Dru2$ ,  $2+9$ ,  $3b+4a+H46$ ,  $5$ ,  $6$ ,  $9$ ,  $17$ ,  $24$ ,  $25+32$ ,  $26$ ,  $32$ ,  $Pr1+Pr2$ ,  $Sp$ ,  $Tye$ . Перечисленные гены, в основном, переданы из мягких пшениц (*T. aestivum* L.), но ген *Yr 5* передан от *T. spelta* L., *Yr9* — от *Secale cereale* L., *Yr26* — от *T. turgidum* L. Низкий процент клонов патогена выявлен к генам, также переданным из мягких пшениц ( $3c+Min$ ,  $10+Mor$ ,  $SD$ ).

Результаты исследований эффективности генов устойчивости пшеницы во взрослом состоянии растений на инфекционном фоне представлены в таблице 1. Согласно проведенной оценке, гены ранжированы по типу реакции и степени поражения растений.

Высокоэффективные и эффективные гены устойчивости способны обеспечить надежную защиту растения

Таблица 1. Эффективность генов устойчивости *Yr* против *P. striiformis*

высокоэффективные (высокоустойчивый тип реакции i, 0 баллов)	эффективные (типы 1, 1 (2) балла, степень поражения 1–5%)	слабоэффективные (2, 2 (3) и 3 балла, сте- пень поражения 6–30%)	неэффективные (3 и 4 балла, степень поражения свыше 30%)
$2+3a+4a+Yam$ , $3a+4a+D+Dru+Dru2$ , $3b+4a+H46$ , $5$ , $25+32$ , $32$ , $Pr1+Pr2$ , $SD$ , $Sp$ , $Tye$	$2+6+HK$ , $2+HVII$ , $3a+4a+V23$ , $3a+4a+ND$ , $4b$ , $7+25$ , $8+19$ , $10+Mor$ , $15$ , $17$ , $24$ , $26$ , $Exp1+Exp2$ , $SU$ , $Tr1+Tr2$	$3a+Ste+Ste2+S$ , $3c+Min$ , $6+20$ , $2+9$ , $8$ , $10$ , $Pa1+Pa2+Pa3$ , $18$	$1$ , $6$ , $7$ , $7+22+23$ , $9$ , $21$ , $27$ , $A$

к возбудителю желтой ржавчины на юге России, и они рекомендуются для использования в селекционной практике при создании ржавчиноустойчивых сортов. Особо следует выделить ювенильные гены расоспецифической устойчи-

вости *Yr 5*, *Yr 9* и *Yr 26*, способные противостоять болезни на протяжении всего периода вегетации растений и переданные мягкой пшенице от ее диких форм.

#### Литература:

1. Кайдаш, А.С. Возможные потери урожая зерна озимой пшеницы от желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* West.)/А.С. Кайдаш, В.И. Бессмельцев, М.В. Добрянская // Микология и фитопатология. — 1976. — Т. 10. — Вып. 6. — с. 509–510.
2. Добрянская, М.В. Модель споруляции возбудителя желтой ржавчины/М.В. Добрянская, Л.К. Анпилогова, Н.И. Высоцкая // Защита и карантин растений. — 1999. — №8. — с. 25–26.
3. Chen, X. M. Epidemiology and control of stripe rust [*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*] on wheat // Can. J. Plant Pathol., 2005. — №27. — P. 314–337.
4. Шумилов, Ю.В. Желтая ржавчина пшеницы требует особого внимания/Ю.В. Шумилов, Г.В. Волкова // Защита и карантин растений, 2013. — №8. — с. 13–14.
5. Gassner, G. Untersuchungen Über das Auftreten biologischer Rassen des Weizengelbrostes in Jahre 1932/G. Gassner, W. Straib // Arb. Biol. Reichsanst, 1934. — №21. — P. 59–72.
6. Peterson, R.F. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals/R. F. Peterson, A. B. Campbell, A. E. Hannah // Can. J. Res. Sect., 1948. — №26. — P. 496–500.

## ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

### Влияние биопрепарата RIZOKOM-1 на микробиологические процессы и агрохимические свойства средnezасоленной почвы под хлопчатником

Бабина Анастасия Евгеньевна младший научный сотрудник-исследователь;  
 Закирьяева Сидяхон Икрамовна, младший научный сотрудник-соискатель;  
 Джуманиязова Гульнара Исмаиловна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник;  
 Нарбаева Хуршида Сапарбаевна младший научный сотрудник-соискатель;  
 Институт микробиологии Академии Наук Республики Узбекистан (г. Ташкент)

*Изучено влияние биопрепарата комплексного действия RIZOKOM-1 на микробиологические процессы и агрохимические свойства средnezасоленной почвы под хлопчатником в течение вегетационного периода. Выявлено, что при применении биопрепарата RIZOKOM-1 в виде бактеризации семян способствовало увеличению численности полезных микроорганизмов в ризосфере хлопчатника. Установлено, увеличение содержания гумуса, подвижных форм азота, фосфора и калия. Определено, что прибавка урожая в вариантах с применением RIZOKOM-1 составляла 7 ц/га, также улучшилось качество волокна.*

**Ключевые слова:** засоленные почвы, хлопчатник, биопрепараты, почвенное плодородие

### Influence of biopreparation RIZOKOM-1 on microbiological processes and agrochemical properties of average salted soils under cotton plant

A. E. Babina, G. I. Djumaniyazova, Kh. S. Narbaeva, S. I. Zakiryayeva

*Influence of biopreparation of complex action RIZOKOM-1 on the microbiological and agrochemical processes in saline soils in the dynamics of vegetation the cotton plant are studied. Revealed that the application of the biopreparation RIZOKOM-1 as bacterization of cotton seeds improved the number of beneficial microorganisms and reduced the number of harmful microorganisms in the rhizosphere of cotton. Application RIZOKOM-1 increased the stability of the cotton which grown on saline soils to stressful climatic conditions, optimized balance of macro- and microelemental composition of soil. Determined that the increasing of the yield with using RIZOKOM-1 was 7 c/ha, as well improved the fiber quality.*

**Keywords:** Saline soils, soil salinity, cotton plant, biopreparations, soil fertility

Сохранение, воспроизводство и рациональное использование плодородия почв сельскохозяйственного назначения — основное условие стабильного развития агропромышленного комплекса. Системы механической обработки почв и применение удобрений — один из главных звеньев в адаптивно — ландшафтных системах земледелия. В условиях увеличения норм внесения удобрений, усиления дисбаланса гумуса и элементов минерального питания растений, наблюдаемые в последние годы в агроэкосистемах, функцию улучшения режимов почв, сохранения их плодородия призваны выполнять ресурсосберегающие технологии обработки почвы в комплексе с эффективными приемами применения средств,

сочетающих экологическую и экономическую целесообразность [1, 2, 3, 4.].

В связи с этим **целью** исследований было изучение влияния интродукции биопрепарата комплексного действия RIZOKOM-1 на микробиологические процессы и агрохимические свойства засоленных почв под хлопчатником.

Объектами исследований служили: биопрепарат комплексного действия RIZOKOM-1, хлопчатник сорта АН Баяут 2, средnezасоленная почва Сырдарьинской области Мирзоабадского района (ф/х «Хуршид Рахматилло Хамкор», площадью в 50 га, 2012–2013 гг.). Минеральные удобрения под хлопчатник вносили в норме NPK-100%. Микробиологические анализы почв про-

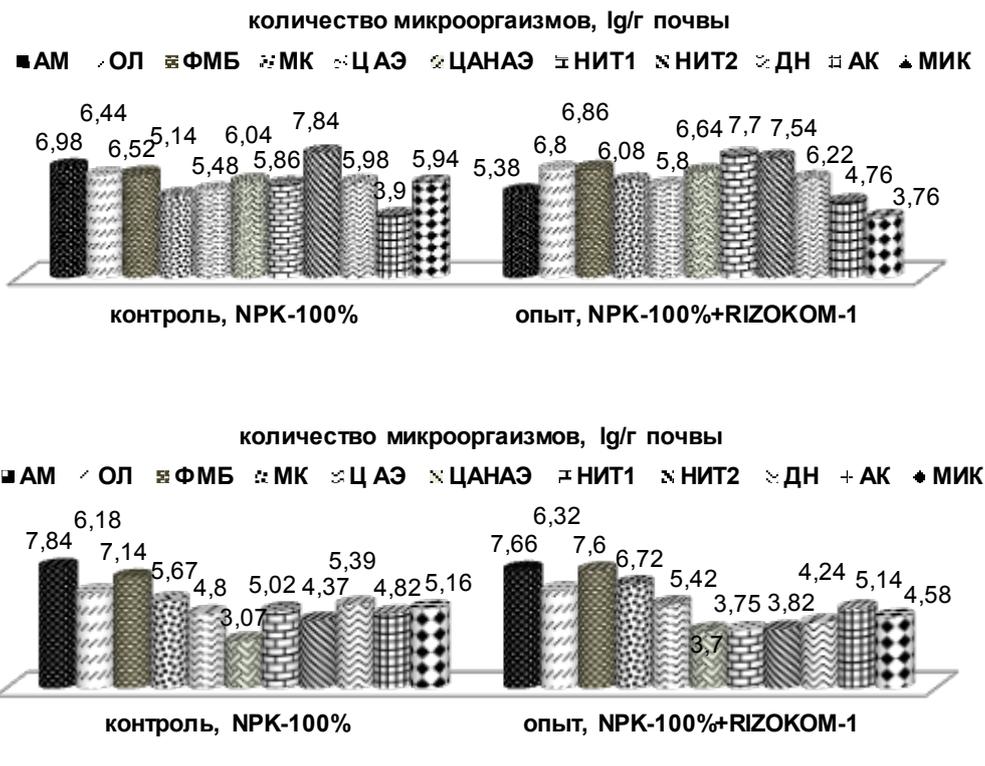


Рис. 1. Влияние биопрепарата RIZOKOM-1 на микрофлору засоленных почв в пахотном (А) и подпахотном горизонтах (Б) (среднее за вегетацию хлопчатника)

АМ — аммонификаторы, ОЛ — олигонитрофилы, ФМБ — фосформобилизующие бактерии, МК — маслянокислые, ЦАЭ — целлюлозоразлагающие аэробы, ЦАНАЭ — целлюлозоразлагающие анаэробы, НИТ1 — нитрификаторы 1 фазы, НИТ2 — нитрификаторы 2 фазы, ДН — денитрификаторы, АК — актиномицеты, МИК — микромицеты

водили по общепринятым в микробиологии методам [5]. Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи компьютерной программы «Microsoft Excel» с использованием общепринятых статистических критериев [6]. В статье представлены результаты полевых исследований по влиянию биопрепарата RIZOKOM-1 на биологическую активность засоленных почв в пахотном и подпахотном горизонтах.

При изучении агрономически важных групп почвенных микроорганизмов в течение вегетационного периода хлопчатника было выявлено, что в опытных вариантах, с применением RIZOKOM-1, количество полезной почвенной микрофлоры представленной аммонификаторами, олигонитрофильными микроорганизмами, целлюлозоразлагающими аэробными, целлюлозоразлагающими анаэробными бактериями и актиномицетами (рис. 1 А) увеличивается в среднем за вегетацию в пределах одного порядка в пахотном слое по сравнению с контролем, а также наблюдается подавление числа микромицетов на 1–2 порядка.

В засоленных почвах, в опытных вариантах под влиянием бактериального биопрепарата RIZOKOM-1, количество агрономически важных групп почвенных микроорганизмов подпахотного горизонта, таких как оли-

гонитрофилы, фосформобилизующие и маслянокислые бактерии, целлюлозоразлагающие аэробные и анаэробные бактерии и актиномицеты в среднем за вегетацию увеличивается на 1–2 порядка по сравнению с контролем, снижается число денитрификаторов на 1–2 порядка (рис. 1 Б).

Количество подвижного азота увеличивалось в пахотном слое по сравнению с контролем, в среднем за вегетацию хлопчатника на 0,2 мг/кг (таб. 1), а в подпахотном слое подвижные формы азота увеличиваются на 0,02 мг/кг в опытных вариантах по сравнению с контролем. Количество подвижного фосфора также увеличивалось в опытном варианте в среднем за вегетацию на 1,3 мг/кг по сравнению с контролем пахотном слое, и на 1,23 мг/кг в подпахотном горизонте почвы. Количество подвижного калия увеличивалось в пахотном слое засоленной почвы на 27 мг/кг, а в подпахотном слое — на 6,3 мг/кг по сравнению с контролем (таб. 1). Содержание гумуса увеличивалось в среднем за вегетацию хлопчатника в опытном варианте на 0,2% по сравнению с контролем пахотном горизонте и на 0,02% — в подпахотном (таб. 1).

Таким образом, применение биопрепарата RIZOKOM-1 способствует стабилизации содержания общего гумуса, калия и фосфора и повышению урожайности хлопка-сырца на 7,0 ц/га на фоне полного минерального удобрения.

Таблица 1. Влияние биопрепарата RIZOKOM-1 на содержание гумуса (%), азота (N-NH<sub>4</sub>), фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и калия (K<sub>2</sub>O) в засоленной почве, мк/кг

	Гумус, %	K <sub>2</sub> O, мг/кг	NH <sub>4</sub> , мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг
<b>Пахотный слой</b>				
Контроль, НРК-100%	1,29±0,18	360,6±13,18	45,2±5,7	13,8±0,3
Опыт, НРК-100% +Rizokom-1	1,49±0,08	387,6±7,55	44,6±7,51	15,1±0,1
<b>Подпахотный слой</b>				
Контроль, НРК-100%	1,36±0,06	332±44,54	31,4±0,3	11,7±0,2
Опыт, НРК-100% +Rizokom-1	1,38±0,07	338,3±13,70	34,4±1,06	12,93±0,1

p ≤ 0,05

Литература:

- Ivanov, A. L., Zavalin A. A. Priorities of scientific maintenance of agriculture//Agrochemistry. — 2011. №3 — p. 17–23.2.
- Kalichkin, V. K. The minimum processing of soil in Siberia: problems and prospects/Agriculture. — 2008. — №5. — p. 24–28.
- Sokolov, M. S., Marchenko A. I. Healthy soil as a basis of well-being of Russia//Agrochemistry. — 2011. №6 — p. 3–10.
- Sukhanov, P. A., Yakushev V. V., Konev A. B., Matveyenko D. A. Regional monitoring of the earth's of agricultural purpose on the basis of a network of stationary ranges//The Agrochemical bulletin. — 2011. — №3. — p. 14–16
- Лакин, Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. с. 284.
- Звягинцева, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии//Под ред. М.: Изд-во Московского университета, 1991. — с. 303.

## Содержание органического вещества в почве полей рисового севооборота

Гуторова Оксана Александровна, заведующая лабораторией;  
Штуц Роман Вячеславович, младший научный сотрудник;  
Епифанович Наталья Владимировна, младший научный сотрудник  
ФГБНУ «ВНИИ риса», г. Краснодар

*Изучено содержание общего гумуса в почве под рисом. Установлено, что возделывание многолетних трав в рисовом севообороте способствует увеличению и сохранению почвенного плодородия.*

**Ключевые слова:** рис, почва, органическое вещество, севооборот.

## The content of organic matter in the soil of rice field crop rotation

Gutorova O. A., Stutz R. V., Epifanovich N. V.

*The content of total humus in the soil under rice. It is established that the cultivation of perennial grasses in rice crop rotation helps to increase and maintain soil fertility.*

**Keywords:** rice, soil, organic matter, crop rotation.

Специфические условия возделывания риса, обусловленные созданием в почве восстановительных процессов в период затопления чеков, приводят к уменьшению количества гумуса в связи с возрастанием его подвижности, изменению качественного состава гумуса, образованию водорастворимых органических соединений

и их миграции в составе оросительных вод [1–2]. Снижение содержания гумуса в почве обусловлено многими причинами. В первую очередь, это связано с сокращением поступления в почву растительных остатков, поскольку значительная часть органического вещества в анаэробных условиях используется микроорганизмами как энергетический материал, а также с выносом водорастворимых органических соединений, образующихся в условиях восстановительного режима, вниз по профилю, с последующим закреплением их в нижних горизонтах почвы [3].

Цель исследований — изучить содержание общего гумуса в почве под рисом. Почвенные образцы отбирали из пахотного слоя на следующих участках: многолетние травы 2 года; рис 1-й год по пласту многолетних трав; богара — земельная площадь, расположенная на рисовой оросительной системе и предназначенная для возделывания сельскохозяйственных культур без полива. Содержание органического вещества в почве определяли на элементном анализаторе Vario EL III (Elementar).

В рисосеющих хозяйствах в системе рисового севооборота площади под многолетними травами значительно

сократились. Рис возделывается несколько лет подряд, что может привести к ухудшению почвенного плодородия. Многолетние травы, оставляя в почве ценные растительные остатки обогащают её органическим веществом, главным образом неспецифической природы. Исследования показали, что после двух лет возделывания многолетних трав увеличивается содержание легкоокисляемого водорастворимого гумуса в среднем на 58% по сравнению с другими предшествующими культурами. Возделывание рис по рису 2 года может способствовать к значительным его потерям из пахотного слоя почвы [3].

Проведенные исследования показали, что после двухлетнего возделывания многолетних трав содержание общего гумуса в пахотном слое было больше на 0,5–1,0%, чем в почве после возделывания риса 1-го года. По сравнению с богарным участком рисовые почвы содержат меньше органического вещества в 1,5–2,0 раза. Таким образом, возделывание многолетних трав в севообороте способствует увеличению и поддержанию плодородия почв рисовых полей.

#### Литература:

1. Кирюшин, В. И. Концепция оптимизации режима органического вещества почв агроландшафтах / В. И. Кирюшин, Н. Ф. Ганжара, И. С. Кауричев. — М.: Изд-во МСХА, 1993. — 99 с.
2. Шеуджен, А. Х. Агрохимия и физиология питания риса / А. Х. Шеуджен. — Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. — 1012 с.
3. Гуторова, О. А. Влияние возделывания риса на содержание органического вещества в почве / О. А. Гуторова, А. Х. Шеуджен // Проблемы агрохимии и экологии, 2012. — № 1. — с. 22–24.

## Применение очищенных сточных вод при выращивании растений в аэропонных установках

Мартирисян Левон Юрьевич, студент, лаборант<sup>1,2</sup>;  
Коледенкова Ксения Александровна, студент, лаборант<sup>1</sup>;  
Мартирисян Юрий Цатурович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов (г. Москва)

<sup>2</sup> ФГБНУ ВНИИСБ Россельхозакадемии (г. Москва)

*Очищенные сточные воды могут применяться в качестве питательных растворов при выращивании декоративных растений и семенного картофеля в аэропонных установках. Корневые выделения картофеля обладают антибактериальными свойствами, что является дополнительным фактором восстановления качества сточных вод.*

**Ключевые слова:** аэропонные технологии, очистка сточных вод, корневые выделения.

## Using treated wastewater for growing plants in aeroponics

Martirosyan L. Y. <sup>1,2</sup>, Koledenkova K. A. <sup>1</sup>, Martirosyan Yu. Ts. <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

<sup>2</sup> Federal State Scientific Institution Research Institute Biotechnology of Russia, RAAS, Moscow

*Treated wastewater can be used as nutrient solution for growing of ornamental plants and seed potatoes in aeroponic systems. Root exudates of potato plants show antibacterial activity, which is an additional factor in improving wastewater quality.*

**Keywords:** aeroponic technology, wastewater treatment, root exudates.

Очистные сооружения коммунально-бытовых стоков являются барьером для загрязнения водоприемников наиболее токсичными и поглощающими кислород (из воды водоприемников) веществами, однако количество биогенных элементов (азот, фосфор) в стоках очистных сооружений остается значительным. Кроме того, очистные сооружения — источники выделения CO<sub>2</sub> по причине того, что основной процесс очистки — биоокисление органического вещества: основными продуктами реакции является CO<sub>2</sub> и вода. На очистных сооружениях имеются условия для утилизации CO<sub>2</sub> биологическим способом, поскольку есть все необходимые составляющие для протекания процесса фотосинтеза: углекислота, биогенные элементы. Эти составляющие являются «отходами» очистки, а значит бесплатны. Кроме того, очищенная вода имеет температуру не менее 18°C круглый год. Применение очищенных сточных вод в аэропонных технологиях выращивания растений представляет перспективный способ использования вторичных ресурсов без дополнительных затрат. К тому же, корневые выделения растений, в том числе картофеля, обладают антибактериальными свойствами, что может дополнительно улучшить качество применяемых сточных вод при использовании в аэропонных установках.

Исследования проводили во Всероссийском научно-исследовательском институте сельскохозяйственной биотехнологии (ВНИИСБ) и в ЗАО «Роса» (МГУП «Мосводоканал»). Целью наших исследований являлась разработка

технологии выращивания растений на очищенной сточной воде в условиях аэропоники. В процессе исследования картофель и декоративные растения выращивали на очищенной сточной воде и на контрольном питательном растворе, с применением разработанной во ВНИИСБ технологии выращивания декоративных растений и картофеля на аэропонных установках.

По методикам, применяемым ЗАО «Роса» (МГУП «Мосводоканал»), проводили мониторинг поступающей в установку воды: очищенной и контрольной (стандартный питательный раствор), а также воды, выгружаемой из установки, по следующим показателям: формы минерального азота, фосфаты, общий фосфор, взвешенные вещества, калий, кальций, магний, железо, медь, цинк, молибден, марганец, бор, сульфаты. Также определяли состав получаемой биомассы на очищенной воде и в контроле (на питательном растворе), исследовали бактериальную загрязненность (по ОКБ и ТКБ) очищенной воды при разном времени нахождения в установке. Помимо мониторинга воды по неорганическим соединениям и металлам проводили мониторинг бактериальной загрязненности очищенной воды при разном времени нахождения в установке. Определяли ОКБ (общие колиформные бактерии, КОЕ/100 мл), ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл), общее микробное число при 22 и 37°C КОЕ/1 мл (считается, что ОМЧ-37 — это вклад кишечных бактерий), а также определяли общее количество бактерий методом прямого счета.

По результатам мониторинга поступающей в установку воды, а также выгружаемой из установки контрольной воды (питательный раствор) можно сделать следующие выводы об изменении состава питательного раствора. Растение картофеля поглощает вещества избирательно. В начале вегетации азот аммонийных солей полностью выводится; магний, общий азот, железо, калий, кальций, медь на выходе в 2 раза меньше, чем на входе. Взвешенные вещества почти не выводятся из питательного раствора. Марганец, молибден, цинк, общий фосфор и фосфор фосфатов выводятся полностью или в значительной степени.

В конце вегетационного периода азот аммонийных солей и азот нитритов полностью выводятся растениями из состава питательного раствора. Азот аммонийных солей полностью поглощается растениями картофеля на всех стадиях развития растений. Железо, цинк, молибден, марганец, поглощаются из питательного раствора на всех стадиях развития растений.

Можно сделать следующие выводы об изменении состава питательного раствора: азот аммонийных солей, азот нитритов и марганец полностью поглощается растениями на всех стадиях их развития. Марганец на выходе практически не обнаруживается на всех стадиях развития растений. Фосфор фосфатов и общий фосфор на всех этапах

развития растений поглощаются равномерно. Из раствора стабильно поглощаются калий и медь.

Очищенная вода после недельного цикла ее использования в установке очищалась от бактерий, значения всех показателей мониторинга в динамике уменьшались (ОКБ с 260000 до 5, ТКБ с 77000 до 0, ОМЧ при 22°C с 120000 до 1000, ОМЧ при 37°C с 47000 до 530).

Таким образом, на очистных сооружениях можно реализовать проекты по выращиванию сельскохозяйственных культур на очищенной воде. С одной стороны, происходит очистка воды от избытка азота, калия и, особенно, фосфатов — загрязнителей природных водоемов, с другой стороны, организовывается выращивание декоративных растений и семенного картофеля. При выращивании картофеля происходит уменьшение бактериальной загрязненности воды, за счет антибактериальной активности корневых выделений растения. Применение аэропных технологий экономически привлекательно для производства декоративных растений с целью озеленения населенных пунктов. В качестве питательных растворов можно широко использовать очищенную сточную воду.

В связи с этим выращивание растений на очищенной сточной воде в условиях аэропоники может являться новым витком промышленного развития аэропоники и повысит экономическую эффективность очистных сооружений.

## Роботизированная платформа для точного земледелия

Пузановский Кирилл Вячеславович, студент, сотрудник лаборатории;

Шуткин Иван Юрьевич, студент, сотрудник лаборатории;

Рядчиков Иван Викторович, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией  
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»

*В статье представлены выгоды использования многофункциональной робототехнической платформы для нужд растениеводческих хозяйств, приводятся достигнутые результаты.*

**Ключевые слова:** точное земледелие, робототехника, мобильная платформа.

## Robotic platform for precision farming

Puzanovsky K. V., Shutkin I. Y., Ryadchikov I. V.

*The article presents the benefits of using a multifunctional robotic platform for the needs of crop farms, given the results achieved.*

**Keywords:** precision agriculture, robotics, mobile platform.

Современное аграрное хозяйство немислимо без технологических решений в области точного или координатного земледелия. Одним из важных аргументов в пользу этих технологий является их экономичность. Значительно экономить на уменьшении затрат на различные химикаты и минеральные удобрения при использовании специализированных методик внесения. Одним из видов таких ме-

тодик является внесение дифференцированным способом, т.е. избирательно — там, где потребность в удобрениях особенно необходима. Эта технология может применяться для улучшения состояния полей и агроменеджмента, по нескольким направлениям:

— агрономическое: агропроизводство совершенствуется с учётом реальных потребностей культуры в удобрениях;

— техническое: улучшается тайм-менеджмент на уровне хозяйства (в том числе, улучшается планирование сельскохозяйственных операций);

— экологическое: сокращается негативное воздействие сельхозпроизводства на окружающую среду (более точная оценка потребностей культуры в азотных удобрениях приводит к ограничению применения и разбрасывания азотных удобрений);

— экономическое: рост производительности и/или сокращение затрат повышают эффективность агробизнеса (в том числе, сокращаются затраты на внесение азотных удобрений). [1]

Разработка роботизированной платформы для точечного земледелия идет в данный момент на базе лаборатории «Робототехники и мехатроники» Кубанского государственного университета. Создан прототип устройства. Конечный же результат на данный момент видится как устройство, способное:

- составить карту поля (определить форму и границу);
- автономно передвигаться вдоль рядок не причиняя вред растениям;
- наполнить карту данными о характеристиках поля, его неоднородностях;
- определения температуры, влажности, скорости и направления ветра;
- химический или физико-химический анализ почвы (зависит от установленного оборудования);
- производить дозированное внесение удобрений в режиме реального времени.

Приблизительные расчеты показывают, что на 1 Га, при расстоянии между рядок 40 см, и такой же ширине самих рядок умещается 125 рядов, пусть одиночные растения высажены через 25 см. Тогда на рядке умещается 500 кустов, а на поле порядка 60 тыс. растений, которым необходим индивидуальный или дифференцированный уход. Если на каждое растение тратить по 3 сек (при анализе только с помощью видеокамер), то для объезда всего поля одним роботом потребуется порядка 50 часов. А вот если у каждого куста производить физико-химический анализ почвы, пусть на это потребуется около 30 секунд, то для объезда поля одним роботом в режиме 24/7 уйдет около трех недель. Повысить скорость и эффективность работы платформы можно увеличением количества роботов, увеличением габаритов платформы или установкой роботизированного оборудования на специализированные прицепы с широким охватом. Оборудование, которое устанавливаться на платформу будет определяться самим заказчиком в зависимости от поставленных задач и особенности поля.

Одной из трудностей подобных систем точного земледелия, является относительно низкая точность позиционирования систем спутниковой навигации GPS и ГЛОНАСС — порядка 0,5–2 метров. Наша платформа снабжена специальным оборудованием, позволяющем повысить точность позиционирования до 1,5–2 сантиметров. Это достигается комбинированием спутниковой навигации и своей системой локальной навигации, а также датчиками расстояния и распознаванием растений камерой. Для создания модулей локальной навигации используются специальные радиопередающие маячки и приемник, установленный на платформе. Определение же координат осуществляется методом триангуляции. Для этого необходимо установить эти маячки на поле, причем расположение их не играет особой роли, то есть нет необходимости устанавливать их строго по периметру, главное, чтоб робот всегда находился в зоне их действия. А установка большего числа маячков только повысит точность позиционирования и расширит зону действия робота.

Разработанный прототип способен передвигаться по пересеченной местности и производить полив растений. Он оборудован камерой для наблюдения за работой платформы и емкостью в 5 литров. Дальнейшая работа сосредоточена на переход к более мощным контроллерам, способным увеличить производительность и скорость анализа данных от различных датчиков, подбору специализированных датчиков. Отдельное внимание уделяется распознаванию образов при помощи камеры. Определены задачи, которые требуется решить при помощи камеры:

- определение растения;
- анализ растения по форме листа, характеристическим углам;
- определение диаметра стебля;
- границы рядки и направления движения платформы;
- определение дислокаций нор вредителей;
- наличие вредителей на растении (тля, колорадский жук и др.);
- выявление симптомов болезни или нарушения развития (очаги поражения, завядшие листья и др.).

Одной из основных функций устройства является мониторинг состояния поля и предупреждение агронома о возникновении исключительных состояний, например, о появлении вредителей.

В результате проведенной работы был собран прототип роботизированной платформы, способный передвигаться по полю и производить полив. Определены основные требования для выполнения данной работы и подобраны компоненты. Все работы ведутся на базе лаборатории «Робототехники и мехатроники» Кубанского государственного университета.

#### Литература:

1. Евстропов, А. Дифференцированное внесение удобрений в режиме «on-line» // Ресурсосберегающее земледелие. 2009. №3. с. 26–30.

## Автоматизация технологий ресурсосберегающего земледелия

Савельева Мария Сергеевна, научный сотрудник, аспирант;  
Личман Геннадий Иванович, заведующий лабораторией, доктор технических наук  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства»

*В статье рассмотрены виды и назначение программных продуктов российского и зарубежного производства, используемых при технологиях ресурсосберегающего земледелия. Рассмотрены причины, сдерживающие внедрение программных продуктов на сельскохозяйственных предприятиях и приведено обоснование эффективности внедрения вышеуказанных технологий.*

**Ключевые слова:** ресурсосбережение, точное земледелие, программный продукт, программное обеспечение, программное обеспечение для поддержки принятия оптимальных управленческих решений (СППОУР), управляемое сельское хозяйство.

## Automation technologies conservation agriculture

Saveleva M. S., Lichman G. I.

*The article describes the type and purpose of the software products of Russian and foreign production used conservation agriculture technologies. The reasons hindering the implementation of software products in agricultural enterprises and the substantiation of the effectiveness of implementation of these technologies.*

**Keywords:** conservation, precision farming, software, software, software support for making optimal management decisions (SPOR), driven by agriculture.

### Актуальность темы

Использование ресурсосберегающих технологий — неотъемлемая часть современного агропроизводства. Технологии спутникового мониторинга посевов и почвенного плодородия, составление карт урожайности, дифференцированное внесение удобрений, использование ГЛОНАСС/GPS и др. — обеспечиваются как техническими средствами, так и соответствующими программными обеспечениями.

На сегодняшний день автоматизация агробизнеса постепенно доказывает свою эффективность в разных секторах ее использования. Так, мониторинг посевов позволяет выявлять проблемные участки посевов и принимать локальные решения, дифференцированное внесение удобрений позволяет обеспечивать адресное питание и экономить на дорогостоящих подкормках, использование ГЛОНАСС/GPS — отслеживать положение сельскохозяйственной и транспортной техники и оптимизировать логистические процессы.

Учитывая тенденцию к кооперации российских сельскохозяйственных предприятий в агрохолдинги в целях сокращения издержек, повышения производительности, налаживания полного цикла производства и отраслевой разнонаправленности, внедрение технологий ресурсосберегающего земледелия и соответствующих автоматизированных программных продуктов на предприятии — является актуальной задачей для современного и эффективного агропромышленного производства.

### Цель работы

Целью данной статьи является выявление причин, сдерживающих внедрение систем ресурсосберегающего земледелия и обслуживающих данные системы соответствующие программные продукты, и обоснование эффективности внедрения данных систем.

### Обзор

За последние 15 лет по мере развития точного земледелия и введения его в сельскохозяйственное производство в развитых в техническом отношении таких стран как США, Канада, Великобритания, Германия, Дания, Швеция, Япония, Австралия и развивающихся было разработано достаточно много программных обеспечений [13,14].

В настоящее время интенсивно ведутся исследования по разработке программных обеспечений в Российской Федерации и странах СНГ [1.7]. Данные программные обеспечения могут быть приобретены товаропроизводителями, занимающимися использованием элементов точного земледелия. Для обработки и анализа о вариативности параметров плодородия в мире существует и разрабатывается ряд программ и программных пакетов для реализации геостатистического подхода к анализу данных. Среди них как коммерческие, так и некоммерческие продукты свободного и долевого использования. Можно отдельно выделить коммерческие пакеты ISATIS, Surfer, Spatial Slat, GS+, FSS Tools, широко распространенные некоммерческие пакеты Geo-EAS, GSLIB,

а также VARIOWIN, FAIPACK, UNCERT, Geostatistical Tool Box, K. STAT, MSTAT, GAMLIB, GEONUM.

К наиболее известным программным продуктам на аграрном рынке СНГ можно отнести:

- импортные программы: eLMID, AGRO-NET NG, AGRO-MAP PF, «Аграр Офис» (Германия), Ag Leader SMS, FarmWorks (США)

- российские разработки: «Панорама АГРО» (КБ Панорама), «Сводное планирование в сельском хозяйстве», «Агрокомплекс» (АдептИС), «АгроХолдинг» (ЦПС), «1С Управление сельскохозяйственным предприятием» (Черноземье Интеко), «1С Бухгалтерия сельхозпредприятия» (АгроСофт) и др.

Следует отметить, что при разработке российских программ в основном решались задачи управленческого, бухгалтерского и налогового учета в аграрном секторе, а при создании зарубежных — задачи обеспечения технологий точного земледелия (управление техникой, дозирующими устройствами, картирования полей) с минимальным анализом процессов формирования почвенного плодородия при оптимизации продуктивности полевых культур.

#### **Предполагаемые исследования (опционально)**

В статье предполагается провести оценку рынка программных обеспечений российского и зарубежного про-

изводства для ресурсосберегающего земледелия, выявить плюсы и минусы технологических решений, провести исследование внедрения конкретных программных продуктов (в том числе систем поддержки принятия решений) на сельскохозяйственных предприятиях и их значения для управленческих процессов.

#### **Вывод (какая задача или проблема ставится для последующего решения)**

На основании проведенной оценки рынка программных обеспечений российского и зарубежного производства для ресурсосберегающего земледелия, в предлагаемой статье будут сделаны выводы о:

- степени внедрения программных продуктов для ресурсосберегающего земледелия на зарубежных и российских предприятиях;

- о зависимости российских компаний от зарубежных технологических решений по ресурсосберегающему земледелию;

- о техническом и технологическом потенциале российских разработчиков программных продуктов для ресурсосберегающего земледелия;

- об эффективности внедрения ресурсосберегающих технологий и, в частности, автоматизации процессов управления при использовании технологий ресурсосберегающего земледелия.

## Влияние нового биопрепарата ЖФБ на продуктивность яровой пшеницы и состояние почвы под нею

Смирнова Юлия Дмитриевна, научный сотрудник;  
Рабинович Галина Юрьевна, доктор биологических наук, профессор, зав. отделом биотехнологий  
ФГБНУ ВНИИМЗ

*Установлена целесообразность применения биопрепарата ЖФБ, получаемого запатентованным ферментационно-экстракционным способом, на яровой пшенице сорта Иргина в качестве подкормки. ЖФБ в дозе 0,1 л/м<sup>2</sup> способствовал увеличению продуктивности яровой пшеницы на 27,3%. Высокая продуктивность яровой пшеницы увязывалась с улучшением состояния почвы под нею в ключевые фазы формирования растений: с повышенным содержанием элементов питания и сниженным количеством конкурентной микрофлоры.*

**Ключевые слова:** ЖФБ, яровая пшеница, урожайность, элементы питания, почвенные микроорганизмы.

## Influence of the new bio preparation of LPB on productivity spring wheat and the condition of the soil under it

Smirnova Yu. D., Rabinovich G. Yu.

*Expediency of application of a bio preparation of LPB, received in the patented fermentation-extraction method, on spring wheat of a grade of Irgina as additional fertilizing is established. LPB in dose of 0,1 l/m<sup>2</sup> promoted increase productivity of a spring wheat by 27,3%. High productivity of spring wheat coordinated with improvement of a condition of the soil under it in key phases of formation of plants: the raised maintenance of nutrients elements and the reduced quantity of competitive microorganisms.*

**Keywords:** LPB, spring wheat, productivity, nutrients elements, soil microorganisms

Базовая технология возделывания яровой пшеницы в Нечерноземной зоне предусматривает использование в качестве основного удобрения и подкормок минеральных удобрений, но их постоянное применение является экономически не целесообразным вследствие дороговизны. Вместе с тем выращенная таким способом продукция не всегда отличается высоким качеством, кроме того, наносится серьезный ущерб биосфере. Частичная замена при возделывании яровой пшеницы минеральных удобрений экологически чистыми биоудобрениями и биопрепаратами позволит сохранить структуру почвы, оптимизировать уровень содержания в ней органических соединений, макро- и микроэлементов и естественной биоты, увеличить продуктивность и качественные показатели одной из важнейших сельскохозяйственных культур.

ВНИИМЗ является разработчиком новейших биотехнологий, в том числе ферментационно-экстракционной технологии, направленной на получение различных биосредств, в том числе жидкофазных, в частности, биопрепаратов ЖФБ. В течение ряда лет апробация ЖФБ осуществляется на различных культурах.

Основной задачей настоящего исследования являлось установление целесообразности использования при возделывании яровой пшеницы сорта Иргина двух новых биопрепаратов: ЖФБ и Байкала ЭМ1 (производитель ООО

«НПО ЭМ-ЦЕНТР»). В качестве основного удобрения применялось комплексное минеральное удобрение N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> д. в./га, а в качестве подкормки — выше упомянутые жидкофазные биопрепараты. Почва опытного участка — осушаемая, дерново-подзолистая супесчаная (рН<sub>KCl</sub> — 5,4; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>—47,3; K<sub>2</sub>O — 16,4; NO<sub>3</sub>—0,42; NH<sub>4</sub>—0,53 мг/100 г). Закладка эксперимента была произведена в трехкратной повторности на учетных делянках 1 м<sup>2</sup>, расположенных в рендомизированной последовательности и с выделением защитных полос.

ЖФБ применяли в пяти различных дозах — 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 л/м<sup>2</sup>, препарат Байкал ЭМ1 — в соответствии с рекомендациями производителя в дозе 0,2 л/м<sup>2</sup>. Обработку проводили путем опрыскивания растений из ручного опрыскивателя, два раза за период вегетации. Контролем служили учетные делянки без обработки биопрепаратами.

Урожайность яровой пшеницы в вариантах с обработкой испытуемыми биопрепаратами увеличилась во всех случаях по сравнению с контролем. Максимальная прибавка наблюдалась в варианте с применением ЖФБ в дозе 0,1 л/м<sup>2</sup> (таблица 1). При применении доз ЖФБ 0,2–0,4 л/м<sup>2</sup> урожайность яровой пшеницы снизилась, в связи с ингибированием развития растений, и как следствие — с замедлением их роста и формирования зерновки.

Таблица 1. Урожайность яровой пшеницы сорта Иргина под влиянием биопрепаратов

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	+ к контролю	
		ц/га	%
Контроль	12,81	-	-
ЖФБ — 0,05 л/м <sup>2</sup>	14,85	2,04	15,9
ЖФБ — 0,1 л/м <sup>2</sup>	16,31	3,50	27,3
ЖФБ — 0,2 л/м <sup>2</sup>	14,93	2,12	16,5
ЖФБ — 0,3 л/м <sup>2</sup>	14,19	1,38	10,8
ЖФБ — 0,4 л/м <sup>2</sup>	14,05	1,24	9,7
Байкал ЭМ1–0,2 л/м <sup>2</sup>	15,51	2,70	21,1
НСР <sub>0,5</sub>	1,66		

Обработка посевов биопрепаратом Байкал ЭМ1 также способствовала увеличению урожайности пшеницы по сравнению с контролем, но полученная прибавка уступала варианту ЖФБ в дозе 0,1 л/м<sup>2</sup>.

Опрыскивание посевов яровой пшеницы биопрепаратами во всех опытных вариантах оказало влияние на формирование зерна: увеличивалась масса 1000 зерен, и уменьшалось соотношение зерно/солома. Вместе с тем было выявлено их влияние и на состояние почвы под яровой пшеницей. В период наибольшей потребности в фосфоре и калии их содержание в почве опытных вариантов было наибольшим. Так, максимум содержания фосфора в почве наблюдали при опрыскивании посевов ЖФБ в дозе 0,1 л/м<sup>2</sup>. Повышенное содержание калия в почве было в вариантах с внесением ЖФБ в дозах 0,1...0,4 л/м<sup>2</sup>. В динамике нитратного азота различия по вариантам опыта оказались несущественными. Анализ данных по динамике аммонийного азота, показал, что в период наибольшей потребности азота (между фазами кущения и колошения) его значительный рост выявился только в варианте опыта с дозой ЖФБ 0,1 л/м<sup>2</sup>. В этом же варианте количество амилотических микроорганизмов, являющихся конкурентами растений, также становилось

наименьшим в ключевые фазы развития яровой пшеницы (меньше контрольного варианта на 20–25%). В варианте без обработки посевов пшеницы биопрепаратами на протяжении всего периода вегетации обнаруживали повышенное содержание микроорганизмов этой группы. Кроме этого, в почве контрольного варианта было выявлено и повышенное содержание микроорганизмов фузариозного увядания растений — превышение относительно вариантов с ЖФБ составляло в среднем 15–20%. Таким образом, в эксперименте с яровой пшеницей было зафиксировано проявление ЖФБ протекторных свойств.

Итак, на посевах яровой пшеницы в вариантах с опрыскиванием растений биопрепаратами ЖФБ и Байкал ЭМ1 было выявлено повышение урожайности зерна. Максимальную урожайность наблюдали при обработке посевов ЖФБ в дозе 0,1 л/м<sup>2</sup>. В ключевые фазы формирования растений яровой пшеницы в данном варианте обнаруживалось повышенное содержание форм азота в почве и пониженное содержание конкурентной микрофлоры: способной использовать минеральные формы азота и фузариозного увядания. Выполненное исследование продемонстрировало целесообразность использования ЖФБ при возделывании ярой пшеницы.

## Обеззараживание питательных растворов и уничтожения патогенной грибковой микрофлоры в гидропонных системах выращивания овощных культур

Цатурян Максим Артурович, аспирант;  
Шарафан Михаил Владимирович, кандидат химических наук, доцент  
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»

В статье рассмотрена возможность применения безреагентного способа обработки питательного раствора в гидропонных системах агропредприятий, имеющего ряд очевидных преимуществ по сравнению с традиционными методами обработки.

**Ключевые слова:** электрохимия, гидропоника, электромембранные технологии.

## Disinfection of nutrient solutions and destruction of pathogenic fungal microflora in hydroponic systems, growing vegetables

Tsaturyan M. A., Sharafan M. V.

The article discusses the possibility of using reagent-free method of treating nutrient solution in hydroponic systems, agribusiness, which has a number of obvious advantages over traditional methods of treatment.

**Keywords:** Electrochemistry, hydroponics, electromembrane technology.

На сегодняшний день одной из центральных проблем агрохимии и в частности гидропонных систем выращивания является поражение растений грибковой микрофлорой. Принципиальное значение имеет применение экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий для решения этих проблем. Особенно актуальна эта проблема в Южном федеральном округе, многие предприятия агропромышленного комплекса в процессе выращивания сельскохозяйственной продукции вынуждены бороться с патогенными микроорганизмами.

Для решения этой проблемы предлагается альтернативный способ обеззараживания питательных растворов

и предотвращения грибковых заболеваний без применения фунгицидных и иных реагентов. Сущность предлагаемого способа заключается в обработке питательного раствора, циркулирующего в гидропонных каналах, в электрохимическом окислителе. В ходе электролиза в электроокислителе образуются перекисные и надперекисные соединения, обладающие достаточно высоким бактерицидным эффектом, а кислород выступает в роли окислителя, значительно снижая патогенное воздействие грибковой микрофлоры [1]. Кроме того, вследствие наличия требований технологии по определенному уровню рН питательной среды в электроокислителе предусмо-

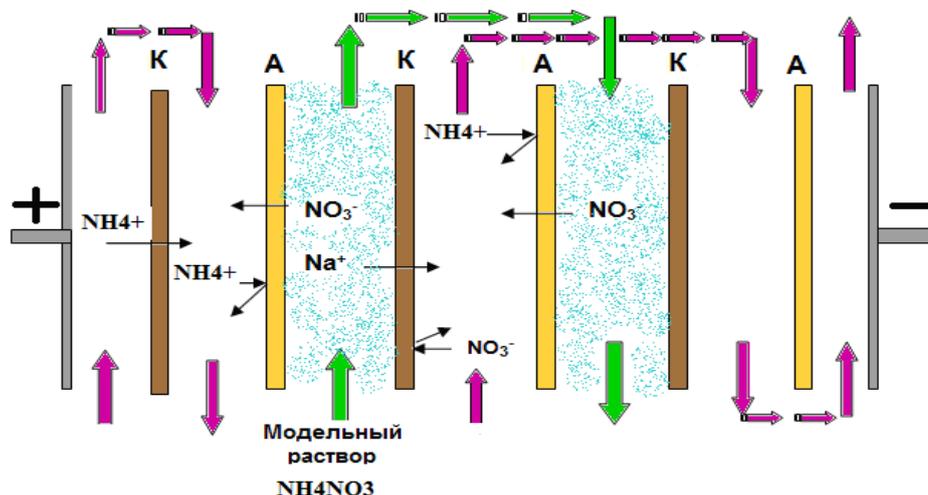


Рис. 1. Схема лабораторного электродиализатора

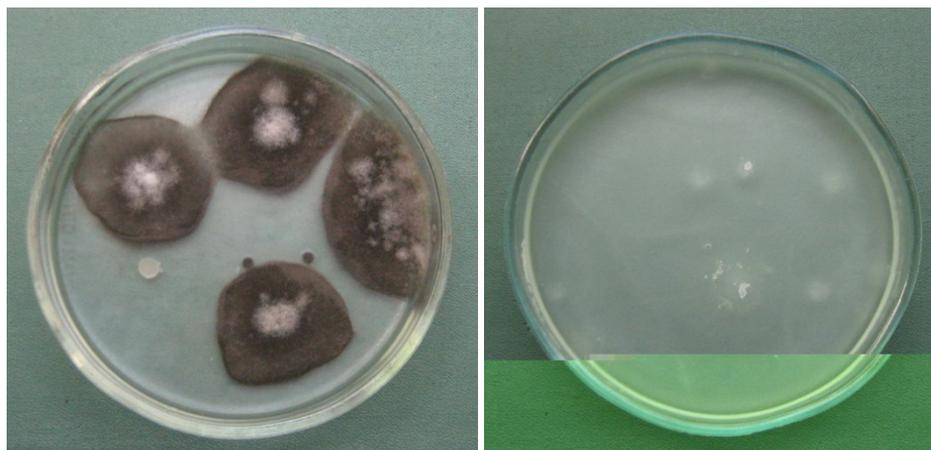


Рис. 2. Состояние посева до и после обработки в аппарате

трена возможность дополнительного введения в него ионообменной мембраны (в том числе мембраны с ионами серебра, обладающей бактерицидным действием), регулирующий уровень рН среды [2].

Преимущество идеи заключается в том, что для решения указанной задачи будет использован не фунгицидный, а электрохимический безреагентный метод обеззараживания питательной среды в системах гидропоники. Конструкция электроокислителя является достаточно простой, указанный способ является экологически безопасным и энергоэффективным.

Было произведено исследование заражённого питательного раствора, предоставленного нам непосредственно производителем сельхоз продукции — «Сад Гигант» (Славянск-на-Кубани). Из проведенных лабора-

торных испытаний можно заключить, что полной гибели патогенного гриба рода *Alternaria* при обработке 50–150 мА не происходит, но отмечается отсутствие характерной окраски гриба в пробах после обработки в электроокислителе, что, вероятно, свидетельствует о подавлении его патогенного действия.

За счет невысокой стоимости, простоты конструкции и возможности быстрой настройки и введения в технологический цикл сельхозпроизводства, разрабатываемая технология будет востребована как на рынке крупных агрокомплексов, так и на рынке частных фермерских хозяйств. Данная разработка создаст условия для переориентации производств на использование экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий.

#### Литература:

1. Заболоцкий, В.И., Березина Н. П, Никоненко В.В. и др. Развитие электродиализа в России // РЖ Мембраны. — М., 1999, с. 4–27.
2. Пилат, Б.В. Основы электродиализа. — М.: Аваллон, 2004. — 456 с.

## Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в технологии точного земледелия

Шумилов Юрий Валерьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией;  
Данилов Роман Юрьевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;  
Костенко Игорь Александрович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;  
Данилова Анастасия Валерьевна, младший научный сотрудник;  
Семочкин Кирилл Валентинович, слесарь КИПиА;  
Пачкин Алексей Александрович, научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

*Отмечена актуальность использования БПЛА в технологии точного земледелия. Приведены результаты испытаний беспилотных летательных аппаратов «Supercam S 350» (монокрыло) и «ФитоСан-1А» (гексакоптер), оснащенных мультиспектральной аппаратурой для фитосанитарного мониторинга.*

**Ключевые слова:** точное земледелие, БПЛА, фитосанитарный мониторинг.

## Use of unmanned aerial vehicles (UAVS) in precision farming technology

Shumilov Y. V., Danilov R. Y., Kostenko I. A. Danilov A. V., Semochkin K. V. Pachkin A. A.

*The urgency of the use of UAV technology in precision agriculture. The results of testing drones «Supercam S 350» (resistance of single) and «FitoSan-1A» (geksakopter) equipped with multispectral apparatus for pest monitoring.*

**Keywords:** precision farming, UAVs, pest monitoring

Новые информационные технологии в сельском хозяйстве, волна которых дошла до России в последние десять лет, стали называть «точным земледелием». Точное земледелие ещё называют топоориентированным земледелием, земледелием по предписанию, точным сельским хозяйством, аккуратным сельским хозяйством. Точное земледелие лучше всего рассматривать как комплект технологий, а не как одну технологию. Стержнем всей технологии являются геоинформационные системы, позволяющие снимать, накапливать и обрабатывать информацию, характеризующую посев или пашню [1, 2].

Основная разница между традиционным и точным земледелием находится в применении современных информационных технологий для сбора, обработки и анализа различных данных с высоким пространственным и временным разрешением для принятия решений и выполнения сельскохозяйственных операций.

На сегодняшний день для сбора необходимой информации применяют снимки со спутников и аэрофотосъемку. Мировой и российский опыт подтверждает, что в сельскохозяйственном производстве съемки из космоса дают много возможностей, Однако съемки с космических аппаратов ведутся для получения характеристик состояния земель на федеральном (глобальном) и региональном уровнях. Покупка космических снимков в необходимом, например, для прогноза урожайности количестве и качестве, зачастую недоступна не только обычным сельхозпроизводителям, но и крупным агрохолдингам. Помимо этого, космические съемки в большей степени связаны со временем суток и погодными условиями. Альтернативным

методом получения интересующей информации, особенно на небольших площадях (от нескольких квадратных метров до всего хозяйства в целом), является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с различной съемочной аппаратурой.

С этой целью с 2014 года во Всероссийском НИИ биологической защиты растений (ВНИИБЗР) начата работа по испытанию беспилотных летательных аппаратов для разработки многоцелевой технологии дистанционного фитосанитарного мониторинга сельскохозяйственных культур.

Лабораторией фитосанитарного мониторинга, приборного и технического обеспечения были организованы испытания БПЛА Supercam S 350, укомплектованного мультиспектральной камерой Tetracam, предоставленного компанией «Беспилотные системы».

В результате полетов, по заданному GPS-координатами маршруту, проведена мультиспектральная съемка тестовых участков ВНИИБЗР, и близлежащих сельскохозяйственных угодий в радиусе 50 км. Получены спектры более 10 сельскохозяйственных культур в различной степени заселённых вредителями, болезнями и сорняками.

В 2014 году сотрудниками ВНИИБЗР собран и испытан опытный образец БПЛА вертолетного типа (далее — гексакоптер «ФитоСан-1А»), предназначенного для дистанционного обнаружения очагов болезней и вредителей. Гексакоптер оснащен комплексом съемочной и измерительной аппаратуры и дополнительным набором наземных измерительных приборов, корректирующих данные воздушного зондирования агроэкосистем.



Рис. 1. Беспилотный гексакоптер «ФитоСан 1а» (общий вид)

Гексакоптер «ФитоСан-1А» представляет собой беспилотный летательный аппарат вертолетного типа с шестью несущими винтами, которые размещены по углам летающей платформы (рисунок 1). Вращение винтов обеспечивают электромоторы, получающие питание от бортовых аккумуляторов. Гексакоптер оборудован автопилотом, способным принимать GPS и ГЛОНАСС сигналы, что позволяет ему ориентироваться в пространстве и выполнять полеты с высокой точностью по заданным маршрутам.

Данные полученные с БПЛА позволяют:

- проводить фитосанитарный мониторинг агроэкосистем;
- оценить объем с/х работ и контролировать их выполнение;
- проводить мониторинг агротехнического состояния посевов;
- оценить агрохимические характеристики посевов;
- прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур.

Использование гексакоптера «ФитоСан-1А», в качестве носителя специальной аппаратуры, позволяет за короткое время осуществить проведение аэровидео фи-

тосанитарного мониторинга значительных площадей сельскохозяйственных угодий и передачу полученной информации в реальном времени для дальнейшей обработки и принятия решений.

Установлено, что для видеосъемки поля озимой пшеницы площадью 100 га с просмотром 20–40 учетных площадок гексакоптер «ФитоСан-1А» затрачивает 30–40 мин. Для проведения этих же учетов 2-м специалистам необходимо не менее 3-х часов.

Актуальность проблемы контроля сельхозугодий не вызывает сомнений. Фитосанитарный мониторинг, ошибки при посеве, гибель посевов после засухи, заморозков, затопления и других факторов, требуют оперативного контроля. Площади посевных полей не всегда позволяют это сделать оперативно. Оценка, производимая в таких случаях, делается наземным путем при помощи выезда на поле, что дает невозможности оценить весь масштаб происшествия. Поэтому для ускорения этого процесса необходимо использовать БПЛА. Сегодня все чаще российские сельхозпроизводители на собственном опыте убеждаются, что технологии точного земледелия, действительно работают и приносят немалую выгоду.

#### Литература:

1. Якушев, В. П. На пути к точному земледелию/В. П. Якушев. — СПб.: Издательство ПИЯФ РАН, 2002. — 458 с
2. <http://eco-razum.com/about/tochnoe-zemledelie-tehnologii.php>.

# Молодой ученый

Научный журнал  
Выходит два раза в месяц

№ 9.2 (89.2) / 2015

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:**

Ахметова Г. Д.

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова М. Н.  
Иванова Ю. В.  
Каленский А. В.  
Куташов В. А.  
Лактионов К. С.  
Сараева Н. М.  
Авдеюк О. А.  
Айдаров О. Т.  
Алиева Т. И.  
Ахметова В. В.  
Брезгин В. С.  
Данилов О. Е.  
Дёмин А. В.  
Дядюк К. В.  
Желнова К. В.  
Жуйкова Т. П.  
Игнатова М. А.  
Коварда В. В.  
Комогорцев М. Г.  
Котляров А. В.  
Кузьмина В. М.  
Кучерявенко С. А.  
Лескова Е. В.  
Макеева И. А.  
Матроскина Т. В.  
Мусаева У. А.  
Насимов М. О.  
Прончев Г. Б.  
Семахин А. М.  
Сенюшкин Н. С.  
Ткаченко И. Г.  
Яхина А. С.

**Ответственные редакторы:**

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

**Международный редакционный совет:**

Айрян З. Г. (Армения)  
Арошидзе П. Л. (Грузия)  
Атаев З. В. (Россия)  
Борисов В. В. (Украина)  
Велковска Г. Ц. (Болгария)  
Гайич Т. (Сербия)  
Данатаров А. (Туркменистан)  
Данилов А. М. (Россия)  
Досманбетова З. Р. (Казахстан)  
Ешиев А. М. (Кыргызстан)  
Игисинов Н. С. (Казахстан)  
Кадыров К. Б. (Узбекистан)  
Кайгородов И. Б. (Бразилия)  
Каленский А. В. (Россия)  
Козырева О. А. (Россия)  
Куташов В. А. (Россия)  
Лю Цзюань (Китай)  
Малес Л. В. (Украина)  
Нагервадзе М. А. (Грузия)  
Прокопьев Н. Я. (Россия)  
Прокофьева М. А. (Казахстан)  
Ребезов М. Б. (Россия)  
Сорока Ю. Г. (Украина)  
Узаков Г. Н. (Узбекистан)  
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)  
Хоссейни А. (Иран)  
Шарипов А. К. (Казахстан)

**Художник:** Шишков Е. А.

**Верстка:** Бурьянов П. Я.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.  
За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.  
E-mail: info@moluch.ru  
<http://www.moluch.ru/>

**Учредитель и издатель:**

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4